



EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Elen Kuningas**

**KIMALASTE (*Bombus spp.* L.) ARVUKUSE MUUTUSED  
PUNASEL RISTIKUL (*Trifolium pratense* L.)**

**CHANGES IN BUMBLEBEE (*Bombus spp.* L.) ABUNDANCE  
ON RED CLOVER (*Trifolium pratense* L.)**

Magistritöö  
Maastikukaitse ja -hooldus õppekava

Juhendaja: professor Marika Mänd, *PhD*

Tartu 2018

# SISUKORD

Magistritöö lühikokkuvõte.....	3
Abstract of Master's Thesis.....	4
SISSEJUHATUS .....	5
TÄNUAVALDUSED.....	8
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	9
1.1. Kimalaste bioloogia.....	9
1.1.1. Elutsükkel .....	9
1.1.2. Pesakoht.....	10
1.2. Liigikirjeldused.....	11
1.2.1. Suiste pikkus.....	11
1.3. Kimalaste toitumiskäitumine.....	13
1.3.1. Kimalaste toidutaimed .....	14
1.3.2. Punane ristik kimalaste toidutaimena .....	15
1.4. Kimalasi ohustavad tegurid .....	16
1.5. Kimalaste koosluste soodustamine.....	17
1.6. Põllumajanduskeskkonna meetmed, nõuded.....	19
1.6.1. Mahepõllumajandus toetus .....	19
1.6.2. Keskkonnasõbraliku majandamise toetus.....	22
1.6.3. Ühtne pindalatoetus .....	25
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	27
2.1. Kimalaste seire materjal .....	27
2.2. Seirete ajad ja piirkonnad .....	27
2.2. Kimalaste loendused.....	29
2.3. Õisikute tiheduse hindamine .....	30
2.4. Statistiline analüüs.....	31
3. TULEMUSED.....	32
3.1. Kimalaste liikide arvukuse muutused.....	32
3.2. Kimalaste arvukus ja liigirikkus mahe- ja keskkonnasõbraliku majandamisega aladel.....	33
3.3. Kimalaste liigirikkuse ja arvukuse muutused ajavahemikul 2007-2016.....	35
3.5. Tootmistüübi mõju kimalaste liigirikkusele ja arvukusele.....	37
3.5.1. Pikasuiselised ja ohustatud kimalased mahe- ning keskkonnasõbraliku majandamisega aladel.....	37
3.5.2. Erineva elupaiga kimalased mahe- ning keskkonnasõbraliku majandamisega aladel.....	39
4. ARUTELU.....	41
KOKKUVÕTE .....	44
KASUTATUD KIRJANDUS .....	46

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Elen Kuningas		Õppekava: Maastikukaitse ja -hooldus	
Pealkiri: Kimalaste ( <i>Bombus spp.</i> L.) arvukuse muutused punasel ristikul ( <i>Trifolium pratense</i> L.)			
Lehekülgi: 55	Jooniseid: 13	Tabeleid: 1	Lisasid: 2
Osakond: Aianduse Uurimisvaldkond: 1. Bio- ja keskkonnateadused; 1.6 Põllumajandusteadus; CERC S-i kood: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused Juhendaja(d): Marika Mänd Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2018			
<p>Kimalased koos teiste tolmeldavate liikidega, aitavad kaasa looduslike taimede ja põllukultuuride tolmeldamisele (Carvell <i>et al.</i> 2006). Intensiivne põllumajandus on põhjustanud märkimisväärsed kadusid elustiku bioloogilises mitmekesisuses, mis omakorda on põhjustanud tolmeldajate arvukuse vähenemist (Goulson <i>et al.</i> 2005). Olukorra lahendamiseks on Euroopa Liidu poolt ellu kutsutud põllumajanduskeskkonna meetmed (Marja <i>et al.</i> 2018).</p> <p>Magistritöö eesmärgiks oli selgitada kimalaste arvukuse ja liigirikkuse muutused punasel ristikul erinevates tootmistüüpides (mahe- ja keskkonnasõbralik majandamine) Põllumaandusuuringute Keskuse (PMK) kimalaste seire andmete 2007-2016 a. põhjal ja võrrelda neid 1955-1967 aasta andmetega, mis pärinevad Heiti Kotkase 1968 aastal valminud doktoritööst „Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelneetmised ja tolmeldajad“. Lisaks uuriti kimalaste arvukust ja liigirikkust erinevates tootmistüüpides ning pikasuiseliste kimalaste arvukuse muutuseid perioodil 2007-2016.</p> <p>Varasemal perioodil 1955-1967 viidi kimalaste loendus läbi Jõgeva Sordiaretusjaamas punase ristiku põldudel. Ajavahemikul 2007-2016 loendati kimalasi punase ristiku põldudel kolmel korral aastas Põhja- ja Lõuna-Eestis mahe- ja keskkonnasõbraliku majandamisega taludes. Andmeanalüüsis kasutati disperioonianalüüsi (<i>Statistica 13.3</i>), kontrollimaks erinevusi kimalaste liigirikkuses ja arvukuses mahe- ning keskkonnasõbraliku majandamisega aladel. Regressioonianalüüsiga uuriti seoseid õitetiheiduse ning kimalaste arvukuse ja liigirikkuse vahel.</p> <p>Seireperioodide 1955-1967 ja 2007-2016 võrdluse tulemusena selgus, et kahe pikasuiselise kimalase liigi osakaal on oluliselt vähenenud ning suurenenud on suurte peredega liikide osakaal. Selgus veel, et perioodil 2007-2016 on pikasuiseliste kimalaste arvukus mahepõllumajandamisega aladel oluliselt tõusnud võrreldes keskkonnasõbraliku majandamisega aladega. Lisaks on perioodil 2007-2016 oluliselt tõusnud avamaa liikide arv. Kimalase liikide arvu õisikute tihedus ei mõjutanud. Samas generalistide-, metsa-, ohustatud-, lühi- ja keskmise suiseliste liikide puhul olulist erinevust ei esinenud.</p> <p>Järeldusena võib öelda, et mahepõllumajandamine aitab pikasuiseliste kimalaste arvukust tõsta ning keskkonnasõbralik majandamine aitab kimalaste arvukust säilitada. Uurimuse põhjal võib väita, et Euroopa Liidu poolt ellu kutsutud põllumajanduskeskkonna meetmed kimalaste arvukuse säilitamiseks on õigustatud. Lisaks tuleb kimalastele tagada pidev põllumajanduskeskkonnas olev toiduressurss, kuna seire tulemused, näitasid et kimalaste arvukus oli kõrgem just õisikute rohkel alal.</p>			
Märksõnad: Põllumajanduskeskkonna meetmed, Metsmesilane, Liblikõielised			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Elen Kuningas		Specialty: Landscape Protection and Management	
Title: Changes in bumblebee ( <i>Bombus spp.</i> L.) abundance on red clover ( <i>Trifolium pratense</i> L.)			
Pages: 55	Figures: 13	Tables: 1	Appendixes: 3
Department: Horticulture Field of research: 1. Biosciences and Environment; 1.6 Agricultural Sciences; (CERC S) code: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology Supervisor: Marika Mänd Place and date: Tartu, 2018			
<p>Bumblebees, among other pollinating insects, contribute to wild plant and crop pollination. (Carvell <i>et al.</i> 2006). Industrial agriculture has caused significant loss in biodiversity which in turn has caused decreases of wild pollinators. (Goulson <i>et al.</i> 2005). To help change the situation, European Union has initiated agri-environment schemes (Marja <i>et al.</i> 2018). The objective of this thesis was to explain differences in abundance and diversity of bumblebees on red clover fields in terms of different farming methods based on data of Agricultural Research Centre's bumblebee monitoring from 2007-2016. Further more, to compare it to the data from 1955-1967 Heiti Kotkas's doctoral thesis, published in 1968 „Sowing technologies, early mowing and pollinators of red clover seedfields“. Additionally, the objective was to study the effect of organic and environmentally friendly management on abundance of bumblebees and change of long-tongued bumblebees's abundance in 2007-2016.</p> <p>Previously has bumblebee monitoring been conducted in 1955-1967 in Jõgeva Plant Breeding Station on red clover fields. Between 2007 and 2016 bumblebees were surveyed in North and South Estonian organic and environmentally friendly farms on red clover fields three times a year. Data was analysed using dispersion analysis (<i>Statistica 13.3</i>), to verify the differences in abundance and diversity of bumblebees in areas of organic and environmentally friendly management. Regression analysis was used to examine connections between floral density and abundance and diversity of bumblebees.</p> <p>Based on monitoring periods in 1955-1967 and 2007-2016, results indicate that two long-tongued bumblebee species have significantly decrease in percentage and big colony species had increased. Additionally, it was found out that between 2007 and 2016 number of long-tongued bumblebee species had significantly increased in organic farming areas compared to environmentally friendly management areas. Furthermore between 2007 and 2016 number of open-land specialists had significantly increased. Flower cover did not affect abundance of bumblebee species. There was no significant changes in generalists, forest-scrub, non-threatened, short- and middle-tongued bumblebee species.</p> <p>In conclusion, organic farming methods help to increase and environmetally friendly management help to preserve the number of long-tongued species. Based on this research it can be claimed that the agri-environment schemes initiated by the European Union have been justified. Additionally, there should be constant food resource in agricultural landscapes for bumblebees, because monitoring showed that abundance of bumblebees was the higest in high floral density areas.</p>			
Keywords: Agri-environmental schemes, Wild bee, Legumes			

## SISSEJUHATUS

Kimalased (*Bombus spp.* L.) koos teiste tolmeldavate liikidega, aitavad kaasa looduslike taimede ja põllukultuuride tolmeldamisele, toetades seeläbi taimede bioloogilist mitmekesisust ning toidu tootmist (Carvell *et al.* 2006). Kimalased on olulised looduslikud tolmeldajad parasvöötmes ja meie kliima tingimustes. Tolmeldamine tõstab peaaegu 40 põllukultuuri saagikust (Corbet *et al.* 1991). Kogu maailma põllukultuuride tootmisest 35 % sõltub teataval määral tolmeldajatest ja ülemaailmne aastane putuktolmeldamise ökonoomiline väärtus on 215-529 miljardit eurot (Klein *et al.* 2007). Seetõttu on tolmeldajate kaitse üheks peamiseks väljakutseks ülemaailmses põllukultuuride saagikuse tõstmisel ja seemnekasvatuse kaitses (Westphal *et al.* 2003).

Intensiivne põllumajandus on põhjustanud märkimisväärsed kadusid elustiku bioloogilises mitmekesisuses, sealhulgas looduslike õistaimede liigirikkuses ja arvukuses põllumajandusmaastikes. See omakorda on põhjustanud tolmeldajate arvukuse vähenemist, eriti pikasuistelist kimalaste puhul. Kimalaste fauna väärrib erilist tähelepanu, kuna kimalaste liikide kadumine mõjutab kindlasti ka elusloodust (Goulson *et al.* 2005). Hiljutine Rahvusvahelise looduskaitseliidu aasta aruanne näitab, et kimalaste liikide arvukus Euroopas on 46% vähenenud (Nieto *et al.* 2014). Põhjused, miks tolmeldajate arvukus väheneb on: maastiku homogeniseerimine, maakasutuse muutused (näiteks poollooduslike elupaikade kadumine ja põllumaade suurenemine, teravilja ja muude tuultolmlevate kultuuride osatähtsuse suurenemine põldudel) ja sünteetiliste pestitsiidide ja väetiste kasutamise suurenemine (Goulson *et al.* 2005; Potts *et al.* 2010; Bommarco *et al.* 2011; Goulson *et al.* 2015). Väiketalude vähenemise tõttu on põllukultuuride mitmekesisus langenud ja põlluservad kadumas (Potts *et al.* 2010).

Euroopa Liidu direktiivid on ette näinud meetmed, mis peaksid tagama elurikkuse säilumise ka tänapäevase põllumajandustootmise tingimustes. Selleks on ellu kutsustud põllumajanduskeskkonna meetmed, mis näevad ette tootmisest kõrvale jäetud poollooduslike elupaikade, sünteetiliste pestitsiidide kasutamise keelamise või vähendamise ja looduslike õistaimedega alade säilitamise või rajamise tolmeldajate populatsioonide säilitamiseks või suurendamiseks (Marja *et al.* 2018). Euroopa Liidu

looduskaitsepoliitika loodusdirektiivi (direktiiv 92/43/EMÜ) eesmärgiks on käsitleda ohustatud elupaikade ning loomastiku ja taimestiku kaitsepõhimõtteid (Keskkonnaministeerium 2018). Lisaks soovitakse säilitada ja taastada looduslikke ökosüsteeme ja nende teenuseid ning suurendada põllumajanduse ja metsanduse rolli bioloogilise mitmekesisuse säilitamisel ja suurendamisel. Veel tuleb aidata vältida maailma bioloogilise mitmekesisuse vähenemist (Euroopa Komisjon, Bioloogiline mitmekesisus 2011).

Hilistel 1980-ten hakati Euroopa Liidu riikides tutvustama keskkonnasõbraliku majandamise kavasid (KSM) kui lahendust, et vähendada põllumajanduse intensiivistumise negatiivseid mõjusid sealhulgas ka bioloogilise mitmekesisuse vähenemist. Alates 1992. aastast muutus keskkonnasõbralik majandamine (KSM) Euroopa Liidu liikmesriikides kohustuslikuks, sealhulgas ka Ida-Euroopa riikides, kes ühinesid Euroopa Liiduga alates 2004. aastast (Marja *et al.* 2014).

Põllumajandusmaastike bioloogilist mitmekesisust saab suurendada, mõningate mittemajandatavate ja ulatuslikult majandatavate tootmiskaare loodussõbralikuks muutmisega (Fahrig *et al.* 2010). Üle Euroopa on küsimärgi all olnud põllumajanduskeskkonna meetmete mõju erinevate liikide kaitsele. Kuigi algsed eesmärgid jäid osaliselt saavutamata, on ometi tõendeid, et keskkonnasõbraliku majandamise meetmed on kimalaste arvukusele positiivset mõju avaldanud (Happe *et al.* 2018). Põllumajandusuuringute Keskuse (PMK) poolt Eestis läbi viidud kimalaste populatsioonide seired, mis olid põllumajanduskeskkonna meetmete hindamise osa, näitavad, et kimalaste populatsioonide arv põllumajanduslikes maastikes näitab väikest positiivset trendi (Marja *et al.* 2014). Seda tänu põllumajanduskeskkonna meetmetes (MAK 2014, meede 10, meede 11) olevale nõudele lisada külvikorda liblikõielised kultuurid, sealhulgas ka kimalastele nektari ja õietolmu allikatena olulised ristikud.

Käesoleva töö eesmärk on selgitada kimalaste arvukuse ja liigirikkuse muutused punasel ristikul (*Trifolium pratense* L.) erinevates tootmistüüpides (mahe- ja keskkonnasõbralik majandamine). Kimalaste seire andmed (2007-2016. a.) võeti PMK andmebaasist ja võrreldi neid 1955-1967 aasta andmetega, mis pärinesid Heiti Kotkase 1968 aastal valminud doktoritööst „Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelneitmisel ja tolmeldajad“. Veel (1) selgitatakse muutused kimalaste proportsionaalses jaotuses punase

ristiku põldudel kahel seireperioodil 1955-1967 ja 2007-2016; (2) uuritakse, kuidas on mahe- (MAHE) ja keskkonnasõbralik majandamine (KSM) mõjutanud kimalaste arvukust ja liigirikkust ajavahemikus 2007-2016 ning (3) kuidas on muutunud pikasuiseliste kimalaste arvukus erinevate tootmistüüpidega (MAHE ja KSM) taludes?

## **TÄNUAVALDUSED**

Soovin tänada oma juhendajat professor Marika Mändi igakülgse juhendamise ja abi eest. Suur tänu Eesti Maaülikooli töötajatele, kes kogusid kimalaste seire andmeid aastatel 2007-2016.

Uuringud tellis ja rahastas Põllumajandusuuringute Keskus ja rahaliselt toetas projekt IUT36-2.



# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Kimalaste bioloogia

Kimalased (*Bombus spp*) kuuluvad kiletiivaliste (*Hymenoptera*) seltsi, *Apoidea* ehk mesilaselaadsete ülemsugukonda ja *Apidae* ehk mesilaslaste sugukonda. Kiletiivaliste seltsis on sugukond *Apidae* üks suurimaid ja sinna alla kuulub ka kimalaste *Bombus* perekond (Sherry, Strang 2015). Ülemaailma on tuntud umbes 250 kimalaste liigi ja võib eeldada, et praeguseks on enamus liike avastatud (Anagnostopoulos 2009). Kimalasi saab jaotada päriskimalasteks ning nende pesaparasitideks kägukimalasteks. Euroopas leidub 66 liiki ning Eestis esineb 21 liiki päriskimalasi ja 7 liiki kägukimalasi. Eestis kuulub 18 liiki päriskimalasi Eesti looduskaitseaduse alusel III kaitsekategooriasse (Mänd *et al.* 2012).

### 1.1.1. Elutsükkel

Kimalased on sotsiaalsed putukad, kes elavad peredena (50-500 liiget) (Hatfield *et al.* 2012). Kimalased on üheaastase elutsükliga, see tähendab, et kõik kevade ja suve jooksul ilmunud isendid (töö- ja isakimalased ning pesa rajanud vanad emakimalased) hooaja lõpus hukkuvad. Ellu jäävad vaid noored paaritunud emaisendid (kuningannad), kes jäävad talvituma, et järgmisel aastal jälle otsast alustada (Viik, Mänd 2012). Kimalased elavad talve üle pesakohtades, sõltuvalt liigist: maa all olemasolevates aukudes, maa pinnases või otse maapinnal lehekihi all, tihedas taimestikus, väikeste imetajate maha jäetud suvepesades, vanades linnupesades, vanas emapesas, puujuurte vahel, müüri õõnsustes, kõdupuidus (Kells, Goulson 2003). Talvitumine algab juulist-augustist (Viik, Mänd 2012). Periood, millal kuningannad talveunest ilmuvad võib liigiti märkimisväärselt erineda näiteks *B. terrestris* ilmub veebruari alguses või märtsis, samas kui teised, näiteks *B. sylvarum* ilmub hiljem mais või juunis. Enamik parasvöötme liikidest ilmuvad järk-järgult mitme kuu jooksul (Kells, Goulson 2003). Enamik hiljem toimetama hakkavatest kimalase liikidest on keskmise- või pikasuiselised liigid ning lühisuiselised liigid ilmuvad enamasti

hooaja alguses (Viik, Mänd 2012; Goulson *et al.* 2005). Peale talveunest väljumist hakkab kuninganna otsima sobivat pesapaika. Varakevadel leiduv toit on väga oluline, sest emane ei ole munemiseks valmis, kui ta ei ole küpsusööma läbinud - selleks kulub tal paar nädalat. Esmalt annavad pajud ja paiselehed kimalastele õietolmu ja nektarit. Peale küpsussööma hakkab ema kimalane ümbrust uurima, lennates maapinna kohal ja uurides maapinnal olevaid väiksemaid konarusi. Sobiva koha leidmiseks kulub tavaliselt mitu päeva (Kells, Goulson 2003).

### **1.1.2. Pesakoht**

Talvitunud emakimalased otsivad sobiva koha ja rajavad pesa enamasti maikuu teisel või juunikuu esimesel poolel, mil punane ristik veel ei õitse. Emakimalased ei saa pesi rajada kohtadesse, mille lähedal sellel ajal ei õitse toidutaimi. Kevadiste toidutaimede vähesust peetakse üheks peamiseks takistuseks kimalaste pesitsemisel kultuurmaastikes (Prys-Jones, Corbet 1991). Suvepesaks sobib kuni 2 m sügavune urg (vanad hiireurud), mädanenud känd, kivide vahelised praod, vanad lehed, juurte vaheline ala, kuiva rohu mätas, puualune, lindude pesakast jne. Sobiva peskoha leides, alustab emane selle ülesehitamisega (Viik, Mänd 2012).

Kimalased ehitavad pesa samblast, karvadest, kuivast heinast, sulgedest või mingist muust isoleerivast materjalist. Nende materjalidega vooderdatakse pesaõõnsus. Pesal on üks sissepääs. Kimalased üldiselt ei kogu oma pesa materjali, vähemalt mitte lennates sellega tagasi pessa. Nad tassivad pesa lähedusest materjale pessa ja korraldavad ümber olemasolevad pesitusmaterjale (Goulson 2010).

Kui pesa on valmis, hakkab emakimalane vastsekuppu ehitama, kuhu muneb esimesed munad (üldiselt 4-16 muna) (Free 1955). Kolme nädala kuni 1,5 kuu pärast ilmuvad munadest välja noored kimalased. Esmalt hoolitseb emakimalane järglaste toitmise ja pesa puhtuse eest. Kui järglaste arv kasvab jääb ema ülesandeks ainult munemine, töölised ehitavad kärgi, hoolitsevad järglaste ja puhtuse eest, valvavad pesa ning koguvad toitu. Töölised on samuti kõik emased nagu kuningannagi, kuid enamasti palju väiksemad. Isakimalased ilmuvad alles kesksuvest ja elavad suhteliselt lühikest aega kuna nende elu

eesmärgiks on vaid emaste viljastamine, toitu koguvad nad vaid endale. Sõltuvalt liigist on suve lõpuks normaalselt arenenud peres kuskil mõnisada töölist (Free, Butler 1959).

## 1.2. Liigikirjeldused

Kimalased on karvased putukad, kelle karvkate võib sisaldada musta, valget punast, oranži, halli, kollast, pruuni värvi ning nende variatsioone. Igale kimalase liigile on iseloomulik mingi värvikombinatsioon, vastavalt millele grupeeritakse neid Eestis: pruunid liigid (8), mustad, punase tagakeha tipuga liigid (3), mustad, kahe kollase triibuga liigid (4), mustad, kolme kollase triibuga liigid (3), varieeruva värvusega liik (1), hallid liigid (2). Liigiti võib kimalase pere suurus varieeruda, tavaliselt on suurema perega liigid ka suurema lennuraadiusega. Pere suurus jaotuvad: väike (kuni ~100 töölist), keskmine (100–200 tööliste ringis) ja suur (kuni mõnisada töölist) (Pekkarinen 1979). Kimalastele meeldivad päikeseküllased metsaservad, lagendikud, niidud, puisniidud, raiesmikud, samuti põllud ja aiad. Liigiti saab eristada kimalaste esmaseid elupaiga eelistusi (metsade lähedus, avatud alad, põllul ja metsas käijad) (Teräs 1985).

### 1.2.1. Suiste pikkus

Kimalased jagatakse suiste pikkuse järgi: lühikeste, keskmiste ja pikkade suistega liikideks (tabel 1). Tulenevalt suiste pikkusest on mõnevõrra erinevad ka liikide toitumiseelistused (Pekkarinen 1979; Teräs 1985). Kõige ohustatumad ja kõige kitsama toiduvalikuga on pikasuiselised kimalased ning kõige vähem on ohustatud lühisuiselised kimalased, kellel on laiem toidu valik s.t. need liigid saavad koguda nektarit ja õietolmu paljudelt erinevatelt taimedelt. (Viik, Mänd 2012; Goulson *et al.* 2005). Pikasuiselised on väga olulised, kuna suudavad tolmeldada ka pika õieputkega kultuurtaimede õisi (nt punane ristik, põlduba). Meemesilaste lühikesed suised ei ulatu sügaval õieputkes oleva nektarini (Viik, Mänd 2012).

Kimalaste liigid, kellel on väike pere suurus ja väiksem toidukogumis raadius -see kohastumine muudab nad tundlikuks kohalikele keskkonna ja põllumajandus tingimustele.

Suure ja keskmise perega liigid on rohkem liikuvad ja otsivad toiduressursse suurema raadiusega aladelt ja on seetõttu vähem mõjutatavad kohalikest tingimustest (Marja *et al.* 2014; Westphal *et al.* 2006). Kimalaste keskmine korjeraadius jääb 870-3900 m vahele (Wolf, Moritz 2008).

**Tabel 1.** Kimalaste liike iseloomustavad tunnused suisepikkuse, ohustatuse, pere suuruse ja peamise elupaigatüübi alusel (Marja *et al.* 2018)

<b>Liigid</b>	<b>Suiste pikkus</b>	<b>Ohustatus</b>	<b>Pere suurus</b>	<b>Peamine elupaiga tüüp</b>
<i>Bombus rudericus</i> (Müll.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud
<i>B. lucorum</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud
<i>B. sylvarum</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud
<i>B. veteranus</i> (Fabr.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud
<i>B. distinguendus</i> Mor.	Pikad	Ohustatud	Väike	Mets
<i>B. hortorum</i> (L.)	Pikad	Mitte ohustatud	Keskmine	Avatud
<i>B. terrestris</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud
<i>B. lapidarius</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud
<i>B. pascuorum</i> (Scop.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Keskmine	Mets
<i>B. pratorum</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets
<i>B. subterraneus</i> (L.)	Pikad	Mitte ohustatud	Väike	Avatud
<i>B. schrencki</i> Mor.	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets
<i>B. hypnorum</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Ohustatud	Suur	Generalistid
<i>B. soroeensis</i> (Fabr.)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Keskmine	Generalistid
<i>B. jonellus</i> (Kirby)	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets
<i>B. muscorum</i> (L.)	Lühikesed või keskmised	Ohustatud	Väike	Mets
<i>B. humilis</i> Ill.	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud
<i>B. semenoviellus</i> Skorikov	Lühikesed või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud

### 1.3. Kimalaste toitumiskäitumine

Kimalased vajavad toitu varakevadest hilissügiseni, see tähendab kogu aeg, mil nad ei ole talveunes. Kimalased koguvad õitest nektarit ja õietolmu. Emaskimalastel on tagajalgadel suirakorvikesed, kuhu nad koguvad õietolmu. Kimalased on õppimisvõimelised, kuid energia kokkuhoiu nimel on nad õiekonstantsed, see tähendab, et ühe korjelennu jooksul koguvad toitu kahelt-kolmelt taimeliigilt, mis teeb neist head tolmeldajad (Prys-Jones, Corbet 1991).

Sooja karvastiku tõttu saavad kimalased koguda toitu jahedamate ja vihmaste ilmadega, tolmeldamine toimub ka siis. Soojadel suvepäevadel kui õhutemperatuur on üle 26 °C käivad kimalased varahommikul ja hilisõhtul tolmeldamas, kuna nende jaoks on temperatuur liiga kõrge (Rasmont, Iserbyt 2012).

Kimalastel on toiduressursi asukohast teavitamiseks olemas primitiivse tantsu elemendid (Dornhaus, Chittka 2001). Nad võivad saada rohke toiduressursi olemasolust informatsiooni, aga suuna peavad nad ise leidma (Dornhaus, Chittka 2005). Õistaimi, mis sobivad nektari ja õietolmu korjeks, leiavad kimalased taimedelt saadud spetsiifiliste signaalide alusel nagu õie värvus, suurus, kuju, muster, lõhn ja teised tunnusjooned (Gumbert 2000). Kimalaste korje käitumine on keeruline ning seda mõjutavate faktorite osas ei leita täiesti üksmeelt. Paljudest artiklitest on leitud, et kogenematud kimalased, kes alustavad tolmeldamist, teevad esimese õie valiku kaasasündinud värvieelistuse järgi ning siis, kui kogemused suurenevad, suudavad nad iseseisvalt valida atraktiivseid õisi (Menzel *et al.* 1993; Gumbert 2000). Osade arvamuste kohaselt on esmane õie valik kiire õppimisvõime tulemus, mis on seotud erinevate teguritega näiteks õie värvus (Karise *et al.* 2006), taimede lühi- või pikaealisus ja putke pikkus (Hatfield *et al.* 2012).

Kimalastel on eelistused teatud taimeliikide osas. Üldiselt eelistavad nad lillade, siniste ja kollase õitega taimi, punase värvi osas on kimalased pimedad ja punaseid õistaimi nad ei tolmelda (Hempel de Ibarra *et al.* 2014). Erandina võivad näha UV-kiirgusega rikastatud punaseid kroonlehti. Tähtsaks kimalase toidutaimede valiku mõjutajaks on ka liikide lühi-

ja pikaelasticus (Hatfield *et al.* 2012). Kimalased eelistavad üheaastastele taimedele mitmeaastaseid kuna püsikuid külastades saavad kimalased suurema koguse nektarit. Tolmeldajate eelistused sõltuvad ka nektari ja õietolmuterade kogusest (Foulis *et al.*, 2014).

Kimalasted eelistavad taimi ka õieputke pikkuse järgi (Hatfield *et al.* 2012) ning lisaks saab kimalaste puhul saab niši laiust määrata suiste pikkuse järgi. Pikasuiselisi kimalasi võib pidada rohkem spetsialiseerunud grupiks kui lühisuiselisi kimalasi, kuna pikasuiselised liigid toituvad peamiselt õistaimedest, millel on pikad kroonputked. Lühisuiselised liigid toituvad ka sarnastest taimedest hammustades kroonputkesse augu, lisaks sellele toituvad nad rohkem avatud õietüübiga taimedel (Alanen *et al.* 2011).

### **1.3.1. Kimalaste toidutaimed**

Millised on kimalaseliigi toidutaimed, sõltub nende morfoloogilistest iseärasustest, eriti tema suiste pikkusest, mis varieerub liigiti tugevasti. Pikkade suistega kimalase liigid saavad nektarit kätte sügavamal paikneva nektariumiga õitest (Teräs 1985; Pekkarinen 1979). Punane ristik on olnud paljudele kimalaseliikidele üheks tähtsamaks toidutaimeks (Kotkas 1968). Lisaks veel hulgaliselt õitsevad kultuurtaimed (nt ristik, lutsern, raps), mis annavad kimalastele rikkaliku toiduressursi. Muidugi vajavad kimalased nektarit ja õietolmu ka siis, kui kultuurtaim ei õitse (Fussel, Corbet 1992).

Täiskasvanud kimalased söövad nektarit, kuid vastseid toidavad nad nektari ja valgurikka õietolmuga (Alanen *et al.* 2011). Pikaajalised toiduvarud puuduvad kimalaste peredes, mistõttu käivad nad tihti korjel ja külastavad palju õisi. Kimalased vajavad rikkalikku korjemaad õierikkas piirkonnas, eelistatud piirkondadeks võivad olla massiliselt õitevad kultuurtaimed (ristik, lutsern või raps), kuid need kultuurtaimed pakuvad ainult hooajalist toiduallikat (Mänd *et al.* 2012). Kimalaste pered saavad edukalt areneda ja anda uusi noori suguisendeid vaid juhul, kui kogu arengutsükli vältel, s.o. varakevadest kuni sügiseni, on piisavalt mitmekesist toitu pesitsuskoha läheduses. Õitsemine peaks olema pidev, see tähendab, et üks oluline nektari- või õietolmutaim ei lõpetaks õitsemist enne, kui teine on õitsema hakanud (Martin, Mänd 1995, 1997).

Kimalastele sobivad meetaimed kevadel on: krookused, sõstrad, pajud, viljapuud (õunapuu, pirnipuu, ploomipuu, kirsipuu), võilill, paiseleht jne. (Alanen 2008). Suvel sobivad meetaimedeks: kellukad, valge ristik, aasristik e. punane ristik, kuslapuu, aedmurakas, hiirehernes, nõianõgesed, jne. Suve lõpus ja sügisel on sobivad meetaimed: kanarbik, lavendel, äiatar, daalia, jumikas, ohakas jne. (Fussell, Corbet 1992). Kimalaste toitumiseelistuste uuringud Eestis on näidanud, et nii mahetaludes kui konventsionaalsetes taludes oli kimalaste poolt enim külastatud toidutaimedeks punane ristik (Mänd *et al.* 2004).

### 1.3.2. Punane ristik kimalaste toidutaimena

Punane ristik ehk aasristik (*Trifolium pratense* L.) on putuktolmnev taim, mis on peaaegu isesteriilne see tähendab, et oma õietolm sama taime õisi ei viljasta. Isetolmlemise puhul idanevad tolmuterad emakasuudmel, kuid tolmutorude kasv emakakaelas hiljem peatub ja tolmutorud lõhkevad (Bender 1999). Punase ristiku õied eritavad rikkalikult nektarit, mistõttu peetakse teda heaks meetaimeks. Mee produktiivsust on hinnatud kuni 883 kg/ha kogu õitsemisperioodi jooksul (Szabo, Najda 1985). Kimalaste seisukohalt on kõige tähtsamad rohke nektari produktsiooniga taimed. Mitmed uuringud on näidanud, et kimalased eelistavad mitmeaastaseid taimi, aga ka poolparasiitseid mitmeaastaseid taimi, mis produtseerivad rikkalikult nektarit (Dramstad, Fry 1995; Mänd *et al.* 2000, 2002).

Õie kroonlehed ristikutel on alusel kokku kasvanud umbes 8-11 mm pikkuseks krooniputkeks. Nektar asetseb krooniputke põhjas ja nektarisamba kõrgus ei ületa tavaliselt 1-2 mm, selletõttu on ta kättesaadav ainult väikestele pikkasuiselistele putukatele. Punase ristiku peamisteks tolmeldajateks on mesilaste (*Apidae*) sugukonda kuuluvad putukad, kes korjavad punase ristiku õitest nektarit või õietolmu, sageli ka mõlemaid korraga. Kõige arvukamateks tolmeldajateks on mitmed kimalase (*Bombus* Latr.) liigid ja meemesilane (*Apis mellifica* L.) (Kotkas 1968).

Tolmeldajate liigiline koosseis on punase ristiku õitel eri mandritel (nt Euroopas ja Ameerikas elunevad erinevad kimalase liigid), eri maades ja ka sama maa eri osades ning

isegi sama rajooni või sama mandri eri põldudel isesugune (Rao, Stephen 2009). Tolmeldajate arv ja koosseis muutub ka aastati ning isegi sama põllu õitsemisaja jooksul, mistõttu üksikute või lühiajaliste vaatlustega saadud andmed võivad olla juhuslikud ja vähe iseloomulikud (Blüthgen, Klein 2011).

Punane ristik on kimalaste üks lemmikumaid taimi, kust saadakse nii õietolmu kui nektarit (Rundlöf 2014). Ainult nektarit võtavad õitest noored emad ja isaskimalased, kes esinevad suve teisel poolel. Mõned kimalase liigid, kelle imikärss on lühike ja kes ei ulatu vabalt nektarini, ei külasta üldse punast ristikut või korjavad punaselt ristikult ainult nektarit, hammustades krooniputkesse augu. Sellise tööviisi korral ei puutu kimalased tolmukate ja emakasuudmega kokku ning ei tolmelda õisi (Kotkas 1968).

#### **1.4. Kimalasi ohustavad tegurid**

Kaks peamist tolmeldajate arvukuse langust põhjustavat tegurit on: maakasutuse muutused (pool-looduslike elupaikade kadumine ja teravilja kultuuride all oleva ala suurenemine) ja põllumajanduse intensiivistumine (suurem agrokeemiliste sisendite kasutamine nagu näiteks pestitsiidid ja väetised) (Marja *et al.* 2018). Kimalased vajavad oma elupaiku, pesitsemiseks ja talvitumiseks ning kvaliteetse nektari ja õietolmu kogumiseks (U.S. Fish & Wildlife Service 2017).

Pestitsiidide kasutamine põllumajanduses on tõenäoliselt kaasa aidanud kimalaste arvukuse vähenemisele (Whitehorn *et al.* 2012). Pestitsiidide aga ka teiste agrokemikaalidega seonduvaid ohte kimalastele ja mesilastele on ebapiisavalt uuritud (Sanchez-Bayo, Goka 2014). Siiski on meil veel puudulikud teadmised pestitsiidide subletaalsetest mõjudest ja erinevate agrokemikaalide koostoimetest kimalastele (Goulson 2010; Raimets *et al.* 2018).

Kimalaste kooslusi võivad veel negatiivselt mõjutada ka patogeenid, näiteks *Nosema bombi* aitab olulisel määral kaasa kimalaste populatsioonide vähenemisele (Malfi, Roulston 2014; Cameron *et al.* 2011). Kimalaste kooslustele võib negatiivselt mõjuda ka põllumajanduses kasutusel tööstuslikult toodetud pered. Kasutusel olev alamliik (*B.*



*terrestis dalmatinus*) on pärineb lõunapoolsetelt aladelt ja on oluline konkurent siinsetele liikidele (Owen *et al.* 2016).

Kliimamuutused mõjutavad kimalaste populatsioone nii otseselt (mõjutades ellujäämist ja paljunemist) kui ka kaudselt (muutes taimede õitsemisperioodi algust ja pikkust). Kliimamuutuste tulemusel muutuvad ka taimede õitsemisajad. Nii selgus, et kimalaste arvukuse muutused sõltusid kaudselt ka taimede õitsemisaegade muutustest (Ogilvie *et al.* 2017).

## **1.5. Kimalaste koosluste soodustamine**

Populatsioonistruktuuri uuringutest on selgunud, et enamikku kimalaste liikidest ei saa säilida väikestel üksteisest eraldatud kaitse all olevatel aladel, eriti kui ümber ringi on intensiivselt majandatavad põllumaad (Goulson 2010). Et elujõulised populatsioonid saaksid eksisteerida, on vaja suuri sobilikke elupaiku. Aga viimased ei pea olema üksteisega piirnevad ning arvukad. Sobivad ka väiksemad alad (nt põllusera ribad), mis paiknevad muidu ebasobilikus keskkonnas. Toitumisaladel toimunud uuringud näitavad, et kimalased külastavad taimestikuribadel olevaid toidutaimi (Hanley, Wilkins 2015) ja kasutavad neid alasid pesapaikadena (Zulian *et al.* 2013). Integreeritud lähenemisviis, kus kimalaste kaitseks kasutatakse suuri põllumajandusalasid, mis vahelduvad poollooduslike kooslustega võib suurema tõenäosusega parandada tolmeldajate olukorda paremini kui väikesele alale lokaliseeritud meetodid (Öckinger, Smith 2007). Seal, kus esineb haruldaste liikide väikseid isoleeritud populatsioone, tuleks suunata külgnevaid talusid keskkonnasõbralikule majandamisele. See võib tõsta populatsioonide suurust ja nii vähendada tõenäosust juhusliku väljasuremisega seotud sündmusteks ja sugulusaretuseks. Samamoodi, võiks selliseid skeeme kasutada, et pakkuda sidusust elupaikade saarekete vahel põllumajandusmaastikus (Goulson 2010).

Liigirikkad poollooduslikud rohumaad on üheks kõige tähtsamaks kimalaste elu- ja toitumispaiaks, mis aga on Lääne-Euroopas ja Põhja-Ameerikas suuremalt jaolt põllumajanduse tõttu kadunud (Goulson 2009). Selliste elupaikade taastamine suurendab kimalaste populatsioone ja on näiteid tolmeldamisteenuste paranemisest lähedal asuvatel

põllumaadel (Öckinger, Smith 2007). Olulist kasu võib saada ka punase ristiku (*Trifolium pratense* L.) ja teiste liblikõieliste kultuuride lisamisega külvikorda, kuna need on peamised toiduallikad ohustatud kimalase liikidele. Lõpetuseks, tuleks rohkem salvestada andmeid kimalaste leviku kohta. Kimalaste populatsioonide pikaajalised seired võimaldavad luua pildi kimalaste liikide praeguse hetkeolukorra kohta ja luua lähtekohad, millele edasised uuringud saavad viidata (Goulson 2010).

## **1.6. Põllumajanduskeskkonna meetmed, nõuded**

### **1.6.1. Mahepõllumajandus toetus**

Mahepõllumajanduslik tootmine on tootmissüsteem, mis seob parimad keskkonnasõbralikud tavad: aitab tõsta bioloogilist mitmekesisust, säilitada loodusvarasid, kohaldada loomadele kõrgeid heaolu standardeid ning on kooskõlas tarbijate eelistustega (Palts, Vetemaa 2012). Mahepõllumajanduse põhimõtted ja eeskirjad on kehtestatud Euroopa Liidu määrustega. Lisaks neile reguleerivad Eestis mahepõllumajandust Mahepõllumajanduse seadus (Riigiteataja 2007) ja selle rakendusaktid, kus täpsustatakse põhiliselt kontrolli ja märgistamisega seotut (Palts, Vetemaa 2012). Mahepõllumajanduse seadus on sarnane Euroopa Liidu poolt vastu võetud nõuetele (nt keelatud on GMO-d, sünteetilised pestitsiidid ja enamus mineraalväetisi) (Eur-Lex 2007). Mahepõllumajandusliku tootmise toetust makstakse Eestis alates 2000. aastast. Pärast liitumist Euroopa liiduga 2004 a. on toetuse aluseks olnud Eesti maaelu arengukava (MAK). Toetust taotledes võtab tootja endale kohustuse jätkata mahepõllumajandamisega vähemalt 5 aastat (Vetemaa, Mikk 2016).

Ajavahemikul 2004-2006 pidi mahepõllumajanduse toetuse taotleja täitma keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) nõudeid. Lisaks pidi toetuse saaja järgima mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) toetuse reegleid vastavalt mahepõllumajanduse seadusele ning tema ettevõtte pidi olema tunnustatud. Põllumajandustootja, kes esimest korda mahepõllumajanduslikku toetust taotles, pidi toetuse taotlemise aastal osalema vähemalt 12-tunnisel koolitusel. Lisaks osalesid toetuse saajad viienda kohustuseaasta lõpul veel ka vähemalt 18-tunnisel mahepõllumajandusalasel koolitusel (PMK 2008).

Eesti maaelu arengukavas perioodil 2007-2013 on ära toodud rohkem nõuded, kui oli Eesti maaelu arengukavas aastatel 2004-2006. Mahepõllumajanduse toetust saab taotleda füüsilisest isikust ettevõtja (FIE) või juriidiline isik, kes harib maad õiguslikul alusel, see tähendab, et on maa omanik või omab kehtivat rendilepingut. Toetust saab taotleda vähemalt 1,00 ha toetusõiguslikule maale ning kui põllupindala on vähemalt 0,30 ha. Põld,

millele toetust taotletakse peab olema kantud Põllumajandus Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) põllumajandustoetuste ja põllumassiivide registrisse. Taotlusele peab märkima kõik taotleja kasutuses olevad vähemalt 0,30 ha suurused põllud, lisaks need, mille kohta toetust ei taotleta ning need vähemalt 0,30 ha suurused põllud, mis ei ole kantud PRIA põllumassiivide registrisse. Taotleja ettevõtte peab olema tunnustatud Mahepõllumajanduse seaduse § 5 alusel ning järgima Mahepõllumajanduse seadust (Riigiteataja 2007). Kohustusperioodi jooksul, mis kestab 5 aastat, tuleb ettevõtte põllumajandusmaal järgida mahepõllumajandusliku taimekasvatuse nõudeid. Kogu ettevõttes tuleb täita MAHE toetuse baas- ja täiendavaid nõudeid (MAK 2007-2013, meede 11). Toetust määratakse üksnes kehtiva MAHE kohustusega pindala ulatuses. Kehtivat kohustust suurendada ei saa. Kohustuslik koolitus (12+12 tundi) (MAK 2007-2013, alameede 2.3.2).

Lisaks peab ettevõtte põllumassiivide kaardile märgitud kõik põllumassiivid ja poolloodusliku kooslustega alad, sh mahepõllumajanduslikus ja mitte mahepõllumajanduslikus kasutuses olevad alad, ning alad millel kavatsetakse alustada mahepõllumajanduslikku taimekasvatust. Kasutada tuleb mahepõllumajanduslikult toodetud seemet, taimset paljundusmaterjali või seemnest ettekasvatatud istutusmaterjali (Palts, Vetemaa 2012). Mahepõllumajanduses ei kasutata GMO-sid. Lisaks on kehtestatud miinimum nõuded väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamisele (MAK 2007-2013, alameede 2.3.2). Ettevõttes peab olema olemas külvikorra plaan, mis sisaldab külvikorda (sisaldab liblikõielisi taimi) või külvikordasid, mis on ettevõttes rakendatud või kavas rakendada. Põlluraamat tuleb täita nõuetekohaselt kogu haritava maa kohta. Põlluraamatut ei ole vaja pidada tootjatel, kellel on rohumaad ja seal toimub ainult heina niitmine või karjatamine (Palts, Vetemaa 2012). Põllukultuurid peavad olema külvatud ja istutatud 15-ks juuniks (umbrohu levikut välditakse) või põllumajanduslikku maad hoitakse musta kesana. Rohumaid ja aedu tuleb niita korra või karjatada enne 31-st juulit ja niidetud hein tuleb rohumaalt eemaldada või purustada. Looduskaitsealuste objektide hävitamine ja rikkumine on keelatud ning pool-looduslike elupaikade kahjustamine on keelatud (MAK 2007-2013, alameede 2.3.2).

Perioodil 2014-2020 on mahepõllumajandus toetuse (MAHE) nõuded jäänud samaks, kui lisandunud on mõned muudatused, võrreldes aastatega 2007-2013. Eesti maaelu arengukavaga 2014-2020 lisandus kaks alameedet: mahepõllumajandustootmisele

üleminek ja mahepõllumajandusliku tootmisega jätkamine (PRIA 2015b). Mahepõllumajandusele ülemineku toetus on mõeldud mahepõllumajandusliku tootmise tavadele ja meetoditele üleminekuks. Toetust antakse mahepõllumajandusliku toetuse esmakordsele taotlejale mahepõllumajanduslikule tootmisele üleminekuks kahel esimesel üleminekuperioodi aastal. Toetust antakse, kui taotleja järgib kogu kohustuseperioodi jooksul ettevõtte mahepõllumajandusmaal mahepõllumajanduslikku taimekasvatuse nõudeid (MAK 2014-2020, meede 11.1.). Mahepõllumajandusega jätkamise toetuse eesmärk on mahepõllumajandusliku tootmise tavade ja meetodite säilitamine. Mahepõllumajandusega jätkamise toetust saab, kui taotleja järgib kohustusperioodi jooksul ettevõtte mahepõllumajandusmaal mahepõllumajandusliku taimekasvatuse nõudeid ja mahepõllumajanduslike loomade puhul mahepõllumajandusliku loomakasvatuse nõudeid (MAK 2014-2020, meede 11.2.).

Mahepõllumajandussaaduste tootmisega tegelevate ettevõtete arv ja mahepõllumajandusliku maa suurus on viimastel aastatel pidevalt suurenenud. Kui 2005. aastal tegeles Eestis mahepõllumajandusega 1013 ettevõtet, põldude pindalad kokku 59 742 ha, siis 2012 aastal oli ettevõtete arv 1478 (kasv 45,9 %) ning põllumaad 144 149 ha (kasv ligi 141,3 %). Mahepõllumajandusmaa koos üleminekuajal oleva maaga moodustab ligi 15 % Eestis kasutusel olevast põllumajandusmaast. Mahepõllumajanduse toetuse saamise nõuded aastatel 2014-2020 on järgnevad: samal põllul ei kasvatata teravilja rohkem kui kolmel järjestikusel aastal ning sama liiki põllu- rühvel- või köögiviljakultuuri rohkem kui kahel järjestikusel aastal. Ristõielisi võib samal põllul kasvatada uuesti neljandal aastal. Taotleja peab kasvatama vähemalt 20 %-l põllumaal liblikõieliste puhaskultuuri või liblikõieliste, muude haljasväetuskultuuride ja kõrreliste heintaimede segu. Põllud tuleb hoida vähemalt 20% ulatuses põllukultuurist koosneva talvise taimkatte all 1. novembrist kuni 31. märtsini. Vähemalt üks kord kohustuseperioodi jooksul peab põllumajandustootja laskma võtta mullaproovid, et analüüsida mulla happesust, taimetoitaineid ja orgaanilise süsiniku sisaldust. Taotleja peab täiendama oma teadmisi mahepõllumajanduse valdkonnas. Täpsemad tingimused sätestatakse maaeluministri määruses. Põlluraamatut tuleb pidada ka veeseaduse kohaselt (MAK meede 11.2., 2014).

### **1.6.2. Keskkonnasõbraliku majandamise toetus**

Keskkonnasõbraliku majandamise toetuse eesmärgiks on soodustada keskkonnasõbralike majandamisviiside kasutuselevõttu ja jätkuvat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta mulda ja vett ning parandada nende seisundit, samuti suurendada elurikkust ja maastikulist mitmekesisust ning tõsta põllumajandustootjate keskkonnateadlikkust (MAK 2014-2020 meede 10.1.1.).

Keskkonnasõbraliku toetuse taotleja pidi ajavahemikul 2004-2006 koostama kogu ettevõtte keskkonnasõbraliku majandamise plaani, mis koosnes väetusplaanist ja viljavaheldusplaanist. Väetusplaan sisaldas andmeid ettevõttes toodetavate orgaaniliste väetiste, sisseostetavate väetiste ning orgaaniliste ja mineraalväetiste kasutamise kohta põldudel. Viljavaheldusplaani alusel pidi toetuse taotleja taimekasvatussaaduste tootmisel järgima järgmist viljavaheldust: maa, kus järgiti viljavaheldust, pidi põllumajandustootja kasvatama liblikõielisi või liblikõieliste ja kõrreliste heintaimede segu. Teiseks samal põllul ei tohtinud teravilja kasvatada kauem, kui kolmel järjestikusel aastal ja sama liiki kultuure kauem, kui kahel järjestikusel aastal (MAK 2004-2006).

Lisaks pidi toetuse taotleja saatma mullaproove laboratooriumile, kus määrati mulla happesus, orgaanilise aine või huumusesisaldus ning taimede poolt omastatava fosfori ja kaaliumi sisaldus. Taotleja pidi esimese aasta jooksul pärast toetuse taotlemist osalema vähemalt 6-tunnisel keskkonnasõbraliku tootmise alasel koolitusel ning järgmise nelja kohustuseaasta jooksul veel vähemalt ühel 6-tunnisel keskkonnasõbraliku majandamise alasel koolitusel (MAK 2004-2006).

Perioodil 2007-2013 pidi taotleja koostama või vajadusel uuendama viljavaheldus- või külvikorra plaani, mis tähendab seda, et samal põllul ei kasvatatud teravilja kauem kui kolmel järjestikusel kohustuseaastal ning sama liiki põllu-, rühvel- või köögivilja kultuuri enam kui kahel järjestikusel kohustuseaastal. Nõuded põllukultuuridele või külvikorra le seadsid ette et, 1 november kuni 31 märts oli vähemalt 30 % talvise taimkatte all, vältimaks toitainete leostumist. Vähemalt 15 % toetusõigusliku maa

põllumajanduskultuuridest pidi olema külvatud sertifitseeritud seemnetega. Põllumajandusmaal kasvatatavad põllumajanduskultuurid pidid olema külvatud hiljemalt 15. juuniks (umbrohu leviku vältimiseks) või põllumajanduslikku maad hoiti musta kesana. Taotleja pidi pidama põlluraamatut ning koostama iga aasta kohta väetusplaani. Lisaks tuli kohustusperioodil mullaproove koguda. Kui põllumajanduslik maa oli suurem, kui 20 ha pidi taotluse taotleja jätma või rajama 2-5 m laiuse rohumaa riba mitmeaastase taimestikuga või teist tüüpi maastikuelemendi, mis jääks põllu ja avaliku tee vahele. Ka lämmastiku kasutamisele seati piirangud (sõnnikuga 170 kg/a/ha 1 hektari kohta ja mineraalväetistega 140 kg/a 1 hektari kohta ning nitraaditundlikul alal 120 kg/a 1 hektari kohta). Toetuse taotlemisel oli kohustuslik ära märkida kõik põllud, mis asusid nitraaditundlikul alal (MAK 2007-2013 meede 2.3.1).

Teatud juhtudel pidi põllu ja sõidutee vahe olema kokku 0,5 m lai ning olema mitme aastase taimestikuga rohumaa-riiba või maastiku joonelement nt kraav, hekk või kiviaed. Kultuuripärandi alasid ja teisi väärtuslikke maastikuelemente ei tohtinud kahjustada või hävitada. Vähemalt 15 % abikõlblikust maast pidi olema kaunviljade all. Glüfosaatide kasutamine ei ole lubatud kultiveeritud taimede tärkamisest kuni saagikoristuseeni. Samuti oli keelatud glüfosaate kasutada haljasväetisena sisseküntaval rohumaal. Taime kasvu reguleerivaid vahendeid võis kasutada ainult talivilja kasvatamisel. Must kesa oli keelatud ning taotleja osales keskkonnasõbraliku majandamise koolitustel (6 + 6 tundi) (MAK 2007-2013 meede 2.3.1).

Keskkonnasõbraliku majandamise toetus perioodil 2014-2020 hõlmab mitmeid eelmiste programmiperioodide jooksul edukalt rakendatud Põllumajandusliku keskkonnatoetusega (PKT) meetmete positiivse keskkonnamõjuga nõudeid. Lisaks on toimnud mõned muudatused ja täpsustused: Taotleja peab järgima viljavahelduse nõudeid, mis näevad ette, et samal põllul ei kasvatata teravilja ja kõõmneid rohkem, kui kolmel järjestikusel aastal ning sama liiki põllu-, või köögiviljakultuuri rohkem kui kahel järjestikusel aastal. Varasema 15 % asemel tuleb nüüd vähemalt 20%-l toetusõiguslikust maast tuleb kasvatada liblikõieliste puhaskultuuri, liblikõieliste-kõrreliste segu või liblikõieliste ja muude haljasväetiskultuuride segu. Peamine kultuur ei tohi enda alla võtta rohkem kui 75% põllumaast ning kaks peamist kultuuri ei tohi hõlmata rohkem kui 95% põllumaast (MAK 2014-2020 meede 10.1.1). Taotleja peab koostama või vajadusel uuendama külvikorra- või viljavaheldusplaani. Sertifitseeritud teravilja seemne kasutamine külvisena on kohustuslik

15 %-l teraviljade külvipinnast. Põllumaamatut peab pidama veeseaduse kohaselt. Enne taimekaitsevahendi kasutamist tuleb teha taimekahjustajate seire ja märkida saadud informatsioone põllumaatusse. Vähemalt üks kord kohustusperioodi jooksul tuleb lasta teha mullaproove ning analüüsida mulla happesust, taime toitainete ja orgaanilise süsiniku sisaldust. Igal kohustuse aastal tuleb pidada väetamisplaani. Vähemalt 30 % toetusõiguslikust maast tuleb hoida põllumajanduskultuurist koosneva taimkatte all 1. novembrist kuni 31. märtsini (PRIA 2015a). KSM toetusega seotud nõudeid tuleb täita 5. järjestikusel kalendriaastal (kohustus) ning kohustuse jätkamist kinnitatakse igal aastal KSM toetuse taotlemisega (MAK 2014-2020, meede 10.1.1).

Üheks olulisemaks muudatuseks on see, et alates 2015. aastast tuleb järgida kliimat ja keskkonda säästvaid põllumajandustavasid ehk nn *rohestamise nõudeid*. See on osa Euroopa Liidu ühisest põllumajanduspoliitikast aastani 2020 ning on kohustuslik kõikidele EL liikmesriikidele. Rohestamise eesmärk on vähendada põllumajanduse mõju keskkonnale, kasutades selleks keskkonnasäästlikke tegevusi, mis aitavad kaasa mulla- ja veekvaliteedi ja püsirohumaade säilimisele ning elurikkuse paranemisele (PRIA 2015c). Toetust saavad tootjad peavad järgima järgmiseid põllumajandustavasid: põllumajanduskultuuride mitmekesistamine, püsirohumaade säilitamine, ökoloogilise kasutuseesmärgiga maa-alade (ökoalade) olemasolu (Peepson, *et al.* 2017).

Põllumajanduskultuuride mitmekesistamise nõuet peavad järgima taotlejad, kelle põllumaa suurus on vähemalt 10 ha. Kui põllumaa suurus on üle 30 ha siis peab taotleja kasvatama vähemalt kolme erinevat kultuuri. Millest pindala poolest suurim ei tohi moodustada rohkem kui 75 % ning kaks pindala poolest suurimat kultuuri ei tohi moodustada rohkem kui 95 %. Mitmekesistamise nõue on täidetud, kui üle 75 % põllumaa pindalast kasvatatakse rohhtaimi, kesa või nende kombinatsiooni, ning ülejäänud põllumaa pole suurem, kui 30 ha (PRIA 2015c). Teine variant on, et 75 % põllumaast on püsirohumaad või maa, maa kus kasvatakse rohtu või muid rohhtaimi ning ülejäänud põllumaa pole suurem kui 30 ha. Kolmandaks, kui põllumajandustootja eelmise aasta põllumaa asendanud vähemalt 50 % osas uue põllumaaga ning kui taotlusel esitatud andmete alusel kasvatatakse kogu põllumaal teistsugust põllumajanduskultuuri kui eelmisel kalendriaastal. Mitmekesistamise puhul loetakse ühe kultuurina: liigid, mis kuuluvad ühte perekonda, ristõielised, maavitsalised, kõrvitsalised, kesa (mustkesa ja sööti jäetud maa), rohi ja muud rohhtaimed ning segakultuurid (Peepson *et al.* 2017).



Püsirohumaade säilitamise nõue näeb ette, et tuleb säilitada püsirohumaat ja keskkonnatundlikku püsirohumaat. Kui püsirohumaat väheneb üle 5 %, tuleb taotlejal püsirohumaat (PRIA) etteantud ulatuses tagasi rajada. Keskkonnatundliku püsirohumaat kasutusotstarvet ei tohi muuta ja maad ei tohi üles künda (Peepson *et al.* 2017). Ökoalade tava peavad järgima taotlejad, kelle põllumaapindala on üle 15 ha. Sel juhul peab vähemalt 5% olema ökoalade all. Taotleja esitab ökoalade loetelu ja tähistab põllumasiivi kaardil. Ökoaladena saab märkida harimispraktikaid: kesa, lämmastikku siduvad kultuurid, lühikese raieringiga paju (*Salix*) madalmetsa alad ning maa heas põllumajandus- ja keskkonnaseisundis hoidmise eesmärgil säilitatavaid maastiku elemente (põllusaar, metsasiil, puuderida, hekk, kraav ja kiviaed) (PRIA 2015b).

### 1.6.3. Ühtne pindalatoetus

Ühtset pindalatoetust (ÜPT) saavad põllumajandusettevõtted, mis ei ole liitunud mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) ja keskkonnasõbraliku majandamise (KSM) kohustustega ning mis ei ole taotlenud MAHE ega KSM toetust (Viik 2016). Toetusõiguslikkuse nõuete eesmärk on tagada toetuse eesmärkide parem täitmine ning välistada toetuse mittesihipärane maksmine ja asjatu administratiivkoormus (MAK 2014-2020). Lisaks Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika (ÜPP) raames välja makstavate pindalapõhiste otsetoetuste eesmärgiks on vähendada täiendavaid kulusi, mis on põhjustatud põllumajandusliku tootmise eripärast, kus enamuse osa põhivarast kasutatakse perioodiliselt (keskmiselt 2-3 kuud aastas) ja see halvendab suurel määral konkurentsivõimet ning majanduslikke võimalusi (PRIA 2010).

Tavatootjad peavad järgima ainult nõuetele vastavust. Nõuete järgimine on poliitiline mehhanism, mis näeb ette, et põllumajandustootjad saavad otseselt I samba toetusi, kui järgivad Ühist Põllumajanduspoliitikat, põhinõuded, mis käsitlevad keskkonda, toiduohutust, loomade ja taimede tervist ning loomade heaolu, maa säilitamine head põllumajanduslikes- ja keskkonnatingimustes (MAK 2007-2013). Ühtset pindalatoetust saab taotleda põllumajandusega tegelev füüsiline või juriidilise isiku staatusega isikuteühendus, kes harib maad õiguslikul alusel, see tähendab, et on maa omanik või

omab kehtivat rendilepingut. ÜPT-d saab taotleda vähemalt 1 ha suuruse heas põllumajanduslikus korras põllumajandusmaa, püsirohumaa ja põllumajanduslikust kasutusest ajutiselt väljas oleva maa kohta (PRIA 2006). Põld, millele toetust taodeldakse peab olema põllumassiivil, mis on kantud PRIA põllumajandustoetuste ja põllumassiivide registrisse (PRIA 2010).

Põllumajandusmaal kasvatatav põllumajanduskultuur peab olema külvatud, maha pandud või istutatud hiljemalt 15. juunil, kasutades kohalikele normidele vastavaid agrotehnilisi võtteid, või peab põllumajandusmaad hoidma sama kuupäeva seisuga kesas. Põllumajandusmaa peab olema niidetud (või muu viis, mis annab niitmisega sama tulemuse) ning niide sealhulgas hekseldatud rohi, peab olema kokku kogutud hiljemalt 10. augustil (Otsetoetuste saamise... 2015, § 4 lg 3).

Põllumajandusmaa, millele toetust ei taotleta, peab olema hooldatud, kasutades selliseid agrotehnilisi võtteid, mis välistavad ebasoovitava taimestiku ulatusliku leviku. Põldudel tehtud tööd peavad olema kantud põlluraamatusse (PRIA 2010).

## **2. MATERJAL JA METOODIKA**

### **2.1. Kimalaste seire materjal**

Uurimistöös kasutati kimalaste mitmekesisuse andmeid aastatest 2007-2016, mida koguti bioloogilise mitmekesisuse hindamise Eesti maaelu arengukavade (MAK) raames. Antud andmebaasist valiti vaid punase ristiku põldude õisikute tiheduse ning kimalaste mitmekesisusega seotud näitajad. Pikaajaliste muutuste selgitamiseks võrreldi neid H. Kotkase andmetega aastatest 1955-1967, mis olid kättesaadavad tema kandidaadidissertatsioonist „Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelniitmised ja tolmeldajad“ (1968).

### **2.2. Seirete ajad ja piirkonnad**

Aastatel 1955-1967 toimus pikaajaline seire Jõgeva Sordiaretusjaamas (Kotkas 1968). Teine seireperiood (2007-2016. a.) hõlmas Jõgeva-, Järva- ja Lääne-Viru maakonda (edaspidi Põhja-Eesti, keskpunkti koordinaadid 59°40'N; 26°12'E) ja Valga-, Võru- ja Põlva maakonda (edaspidi Lõuna-Eesti, keskpunkti koordinaadid 57°52'N; 26°57'E). Jõgeva Sordiaretusjaama põllud jäävad 2007-2016. a. seire alasid vaadates (joonis 1) Põhja-Eestisse, see tähendab, et 1955-1967 aastatel läbi viidud seirealad kattuvad 2007-2016. a. seire piirkonnaga.

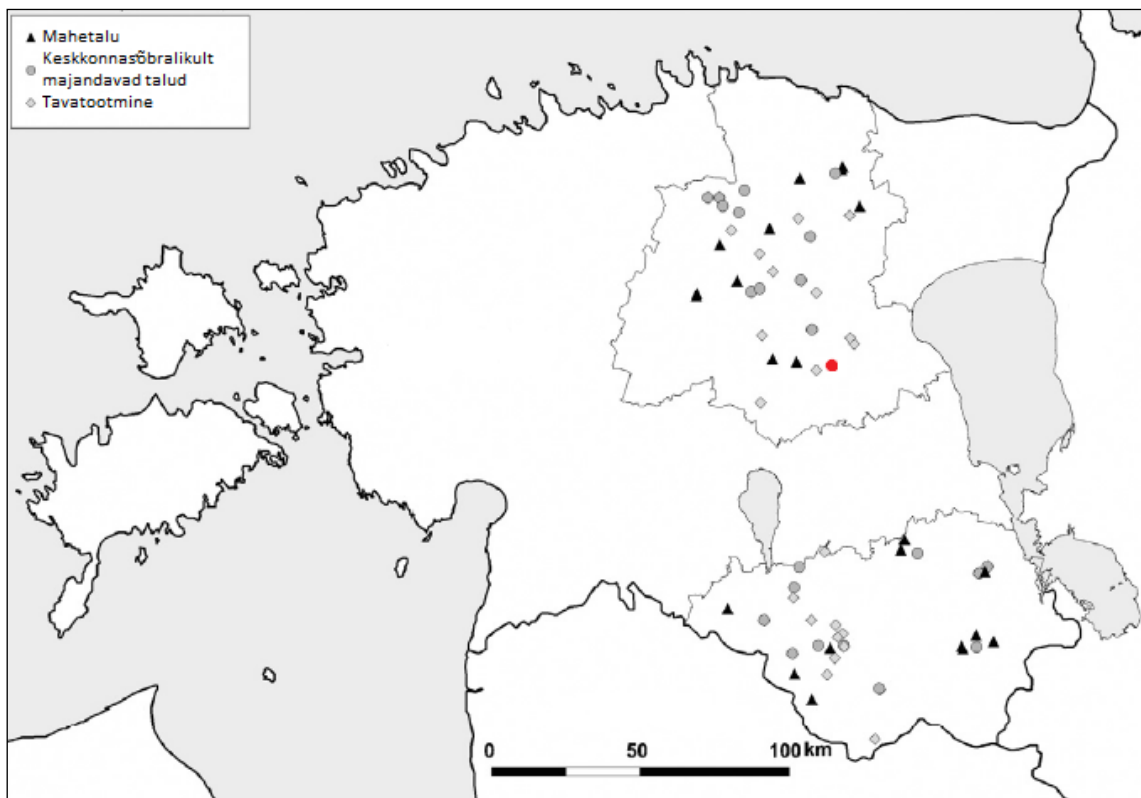
Seirealade (2007-2016) valikul lähtuti maastiku struktuuri erinevusest, põllumaa struktuurist ja tootmistüübist. Põhja-Eestit (üldpindala 8666 km<sup>2</sup>) iseloomustavad suured suviadra, kevad- ja talinisu ja suvirapsi põllud ning Eesti standardite järgi kõrge saagikus (2007-2016 aastal oli keskmine teravilja saagikus 3011 kg/ha). Seire perioodil oli 6 % Põhja piirkonna põllumaadest mahepõllumajandusliku tootmisega (MAHE) ja 55 % keskkonnasõbraliku majandamisega (KSM). Lõuna-Eesti seirepiirkonnas (6480 km<sup>2</sup>) on suhteliselt mitmekesine maastik, kus domineerivad kultuurid on suvinisu, suviraps ja kaer

ning saagikus on madalam (keskmine teravilja saagikus aastatel 2007-2016 oli 2792 kg/ha). Lõuna piirkonnas on 15 % põllumaast mahepõllumajandamise all ja 39 % keskkonnasõbraliku majandamise all.

Mõlemas piirkonnas (2007-2016) oli vaatluse all 33 talu: 11 mahetalu, 11 keskkonnasõbraliku majandamisega talu (mõlemal on 5 aastane mahe- või keskkonnasõbraliku majandamise kohustus) ja 11 ilma keskkonnasõbraliku majandamiseta (tavatootmine) - kokku 66 talu. Antud uuringusse valiti vaid mahe- ja keskkonnasõbraliku majandamisega talude punase ristiku põldude andmestik.

Seireettevõtete väljavalimisel aastatel 2007-2016 arvestati järgmiste teguritega: mahe- (MAHE) ja keskkonnasõbraliku majandamisega (KSM) taludel pidi olema vastavad lepingud aastatel 2004-2016. Põllumajandusettevõtted jaotati suuruse järgi <40 ha, 40–100 ha ja >100 ha, erineva suurusgrupiga põllumajandusettevõtete arvu valikul piirkonniti lähtuti võimalusel selliste põllumajandusettevõtete pindala osatähtsusest antud piirkonnas. Põhja-Eestis jälgiti ühte ettevõtet <40 ha, ühte 40–100 ha ja üheksat, mille pindala oli >100 ha. Lõuna-Eestis jälgiti kolme ettevõtet, mille pindala oli <40 ha, ühte 40–100 ha ja seitse >100 ha. Nende kriteeriumite põhjal valiti talud juhuslikult.

Kõik seireettevõtted (sh põllumajandusettevõtted või ühistud) paiknevad tüüpiliselt põldmets mosaiiksel maastikul, kus domineerib avatud põllumaa. Selles uuringus oli keskmiselt 90% põllumajanduslikku maad (sh vahelduvad rohumaad), 9 % püsirohumaad ja 1 % niitmata alad ja pool-looduslikud maastiku elemendid (kivihunnikud ja põõsad). Keskmine põllu suurus uuritud taludes oli 15,9 ha.



**Joonis 1.** Põhja- ja Lõuna- Eesti piirkonnas uuritud talud (2007-2016) (Marja *et al.* 2014).

Märkus. ● – Seireala aastatel 1955-1967.

## 2.2. Kimalaste loendused

Välitööd viidi läbi 2007-2016. aasta suvel Eesti Maaülikooli kimalaste seire töörühma poolt väljatöötatud seiremetoodika järgi (Viik 2016). H. Kotkase dissertatsioonis kasutati sama meetodikat ning ilmastiku tingimused oli samad, mida kasutati aastatel 2007-2016 läbi viidud seires.

Mõlemal loendusperioodil (1955-1967 ja 2007-2016) loendati kimalasi 2 m laiusel transektil punase ristiku põldudel, kus loendajast mõlemale poole jäi 1 m, loendaja liikus aeglaselt ja fikseeritud alal (Marja *et al.* 2014; Kotkas 1968). Loendustransekti üldpikkuseks oli 100 m mõlema seireperioodi jooksul. Transektid paiknesid läbi aasta samades kohtades, kuid sõltuvalt toetustüübi muutustest vahetati osa seirealasid ümber läheduses olevatega. Aastatel 1955-1967 loendati kimalasi punase ristiku õitsemisperoodil kahel-kolmel korral nädalas. Aastatel 2007-2016 toimusid kimalaste loendused kolmel korral sesooni jooksul: esimene 23-30. juuni, teine 15-28. juuli ja kolmas 9-19. august.

Loendused toimusid mõlemal seireperioodil kimalaste korjelennuks sobilikes ilmastikuoludes (temperatuur alati üle 15 °C, vihma ei sadanud, tuule kiirus all 6 m/s) kella 11:00 kuni 16:00. Aastatel 2007-2016 summeeriti aastas kolmel loendusel loendatud kimalase liikide ja isendite arv kokku. Seire käigus registreeriti kohatud kimalaste liigid ja nende arvukus transektil. Indiviide, keda ei suudetud põllul tuvastada, viidi uurimiseks laborisse. Kimalaste määramisel kasutati välimäärajat (Viik, Mänd, 2012).

### **2.3. Õisikute tiheduse hindamine**

Punase ristiku õisikute tihedust hinnati 2007-2016 aasta seires. Igal transektil hinnati 1 m<sup>2</sup> alal punase ristiku õisikute arv, mille alusel koostati 4-palliline süsteem hindamaks kogu transekti õisikute tihedust:

- 0 – punase ristiku õisikud puuduvad;
- 1 – 1-50 punase ristiku õisikut transektil 1 m<sup>2</sup>;
- 2 – 51-250 punase ristiku õisikut transektil 1 m<sup>2</sup>;
- 3 – > 251 punase ristiku õisikut transektil 1 m<sup>2</sup>.

## **2.4. Statistiline analüüs**

Andmete statistiliseks analüüsimiseks kasutati programmi Statistica 13.3. Andmete graafiliseks esitamiseks kasutati statistikaprogrammi Statistica 13.3 ja MS Excel 2010. Kimalaste liigirikkuse, arvukuse ja õitetiheiduse andmete võrdlemiseks mahe- ja keskkonnasõbraliku majandamisega aladel kasutati regressioonianalüüsi ning disperisoonanalüüsi (ANOVA). Hii-ruut testiga (2 x 2 tabel) hinnati liikide arvukuse muutuseid. Töös kasutatud keskmised näitajad on esitatud koos standardveaga.

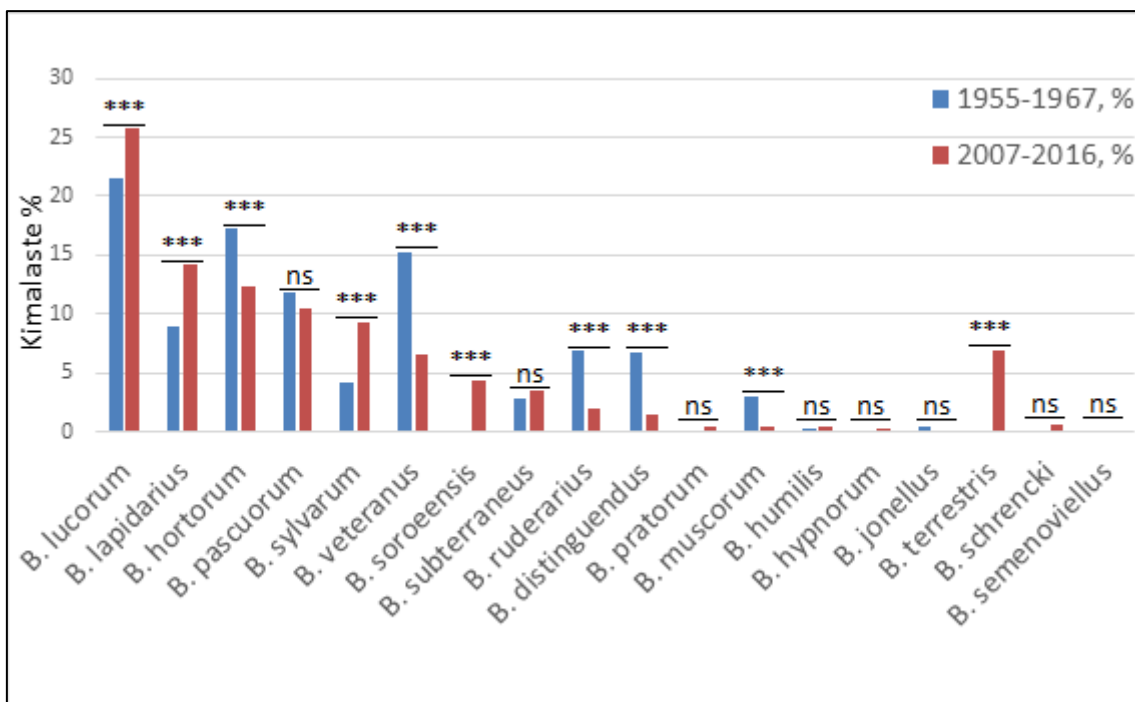
### 3. TULEMUSED

#### 3.1. Kimalase liikide arvukuse muutused

Aastatel 1955-1967 Jõgeva Sordiaretusjaamas tehtud vaatlustel registreeriti punase ristiku põldudel kokku 6352 kimalast 15 liigist, kusjuures ligi viiskümend aastat hiljem, aastatel 2007-2016, kohati aga 18 kimalaste liiki ja kokku 1105 isendit. Loendustulemustest selgus, et viimasel ajal on punase ristiku põldude tolmeldajate hulka lisandunud kolm liiki: *Bombus terrestris*, *B. schrencki* ja *B. semenoviellus*.

Kahe loendusperioodi vahelise aja jooksul on oluliselt suurenenud punase ristiku põlde külastavate liikide *B. lucorum*, *B. lapidarius*, *B. soroeensis* ja *B. sylvarum* osakaal. Oluliselt on vähenenud punast ristikut tolmeldavate pikasuiseliste *B. hortorum* ja *B. distinguendus* ning keskmisesuiseliste kimalaste liikide *B. veteranus*, *B. ruderarius*, ja *B. muscorum* osakaal. Samas pikasuiselise liigi *B. subterraneus* osakaal polnud muutunud võrreldes viiskümend aastat tagasi tehtud uuringuga (joonis 2). Lisaks registreeriti ajavahemikus 2007-2016 punase ristiku põldudel kägukimalaste (*Psithyrus*) liike: *B. bohemicus* (3 isendit), *B. campestris* (1 isend) ja *B. rupestris* (1 isend). H. Kotkase (1968) andmetest need liigid puuduvad, mistõttu perioodide vahelistes võrdluses neid ei kajastata.



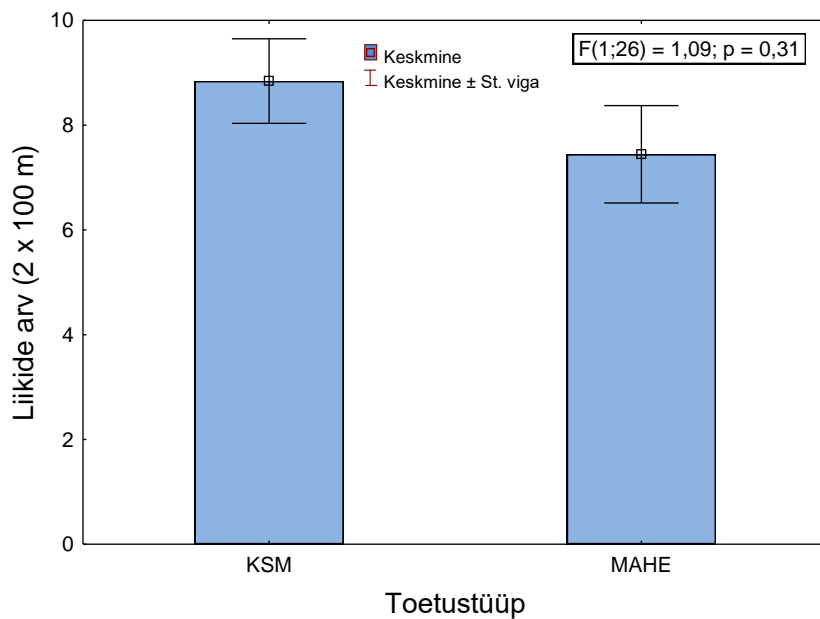


**Joonis 2.** Erinevat liiki kimalaste (v.a. kägukimalaste) protsentuaalne jaotus punase ristiku põldudel ajavahemikes 1955-1967 (Kotkas 1968) ja 2007-2016 (PMK seire andmed).

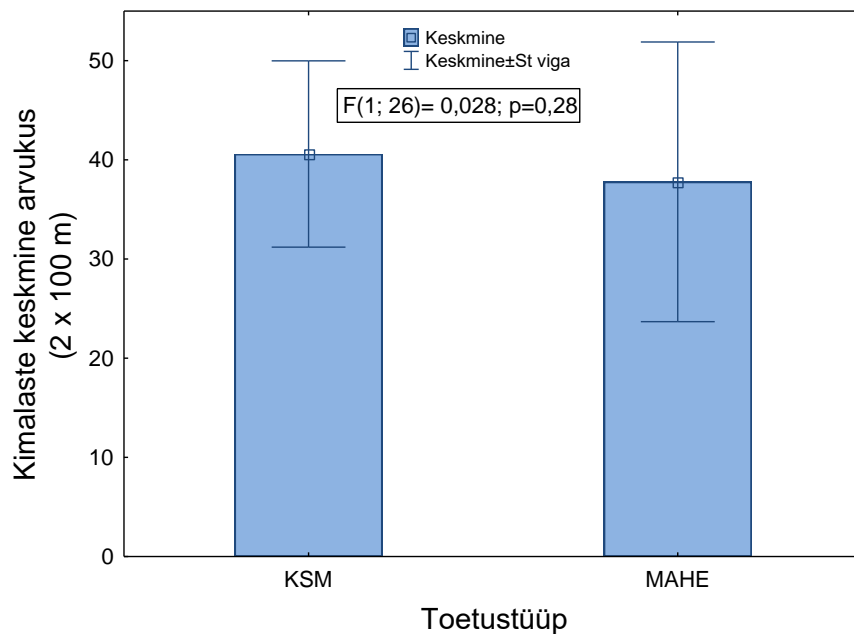
Märkused: \*\*\* –  $p < 0,001$ ; ns – erinevus puudub (Hii-ruut test).

### 3.2. Kimalaste arvukus ja liigirikkus mahe- ja keskkonnasõbraliku majandamisega aladel

Kimalaste liikide arv (joonis 3, lisa 1 ja lisa 2) ega ka arvukus (joonis 4, lisa 1 ja 2) ei erinenud oluliselt mahe- ja keskkonnasõbraliku majandamisega põllumajandusettevõtetes. Mahetalude punase ristiku põldudel kohati keskmiselt  $7,4 \pm 0,9$  (2 x 100 m transektil) ja keskkonnasõbraliku majandamisega taludes  $8,8 \pm 0,6$  liiki kimalasi. Keskmine kimalaste arvukus oli mahetaludes  $40,7 \pm 13,3$  isendit ja keskkonnasõbralikes taludes  $45,8 \pm 9,1$  isendit.



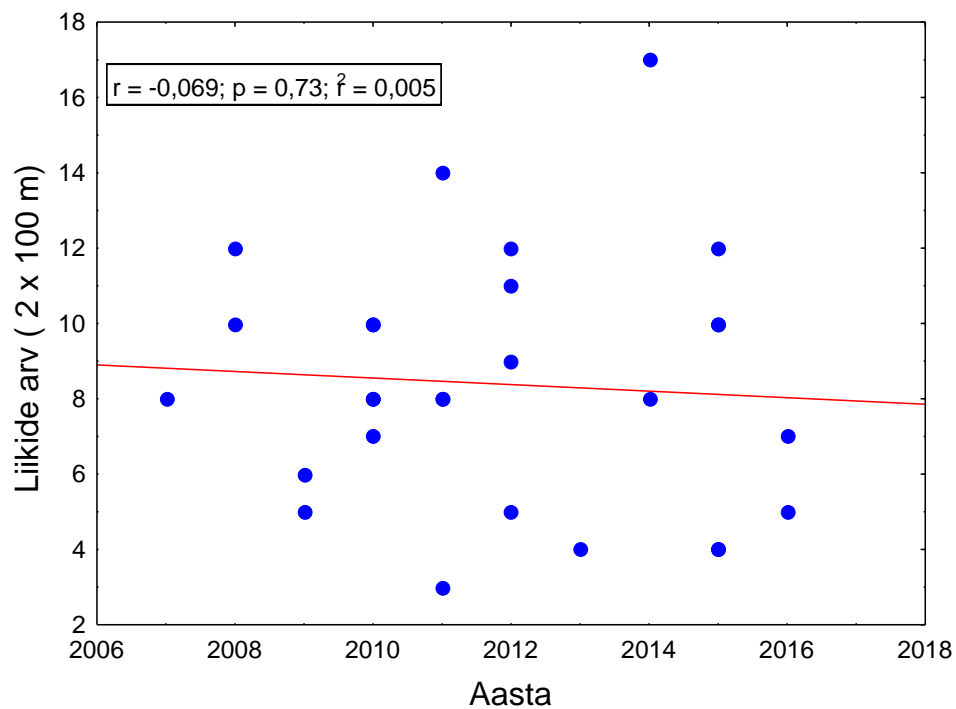
**Joonis 3.** Keskmine kimalaste liikide arv punase ristiku põldudel sõltuvalt põllumajanduskeskkonna meetme toetustüübist 2007-2016. aastal KSM-keskkonnasõbraliku ja MAHE- mahemajandamisega taludes.



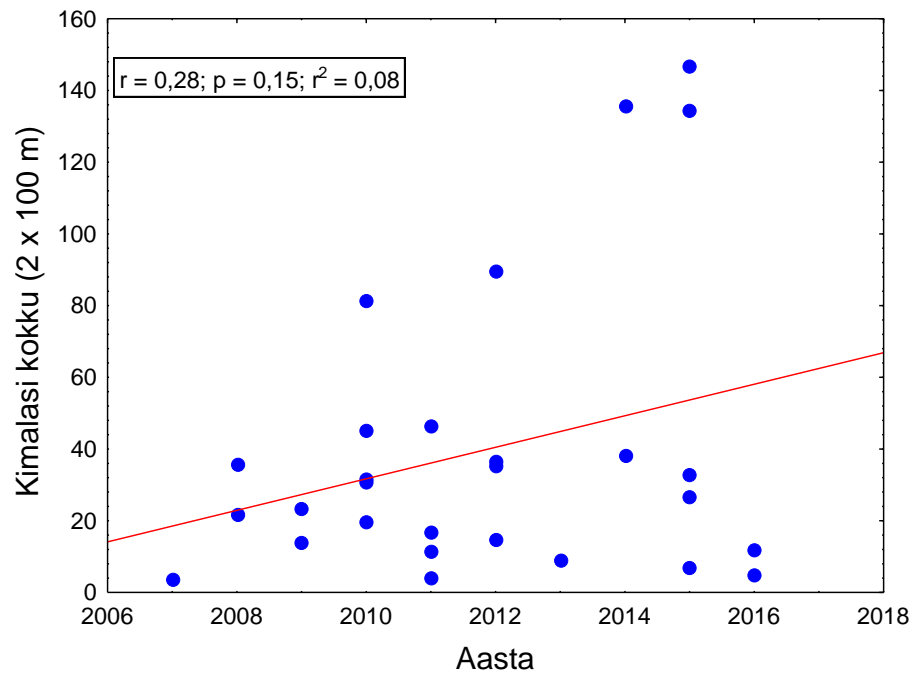
**Joonis 4.** Kimalaste keskmine arvukus KSM ja MAHE punase ristiku põldudel sõltuvalt erinevast põllumajanduskeskkonna meetme (MAHE ja KSM) toetustüübist ajavahemikul 2007-2016. aastal MAHE- mahetaludes ja KSM- keskkonnasõbraliku majandamisega taludes.

### 3.3. Kimalaste liigirikkuse ja arvukuse muutused ajavahemikul 2007-2016

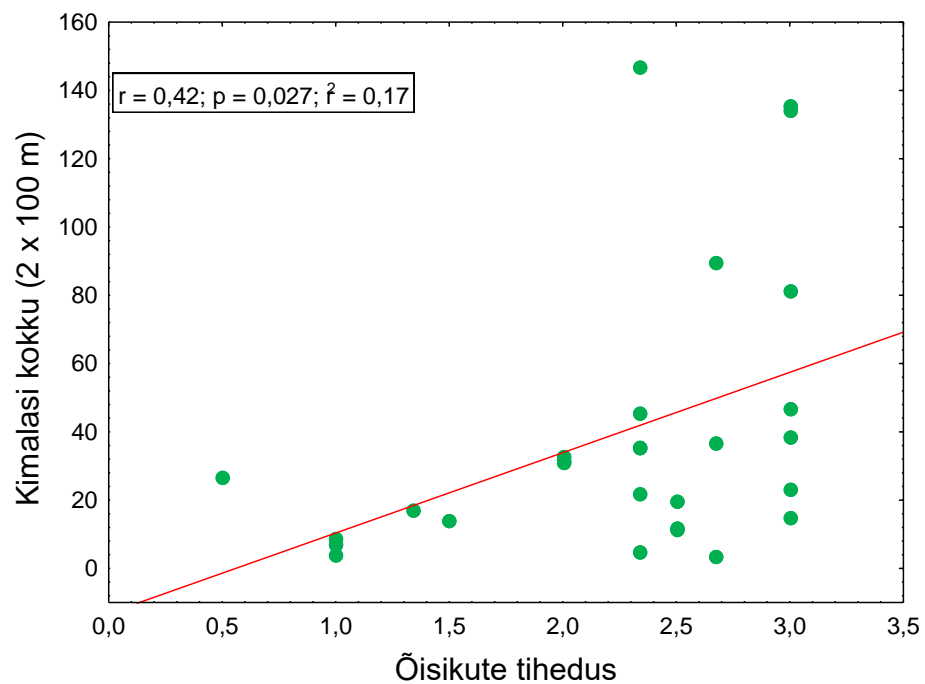
Kümne seireaasta jooksul (2007-2016) kimalaste üldine liigirikkus (joonis 5) ega ka arvukus (joonis 6) oluliselt ei muutunud. Kimalaste arvukust mõjutas enam õisikute tihedus põllul (joonis 7). Nii selgus, et suurema õisikute tihedusega aladel kohati oluliselt rohkem kimalasi (joonis 8) kuid liikide arv õisikute tihedusest ei sõltunud (joonis 8).



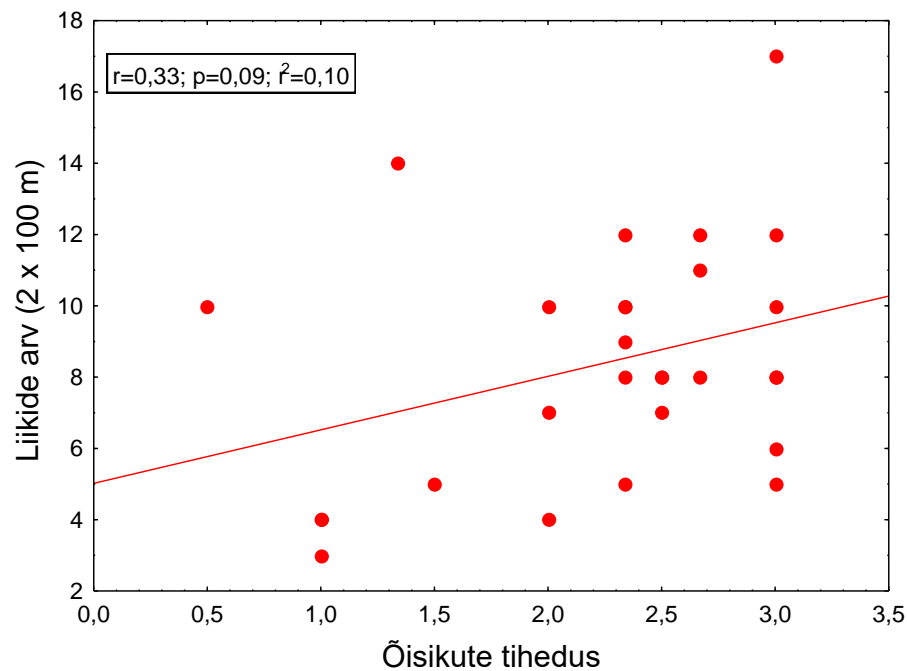
**Joonis 5.** Kimalaste liikide arv punase ristiku põldudel nii mahe- kui ka keskkonnasõbraliku majandamisega aladel kokku ajavahemikus 2007-2016.



**Joonis 6.** Kimalaste arvukus punase ristiku põldudel mahe- kui ka keskkonnasõbraliku majandamisega aladel kokku ajavahemikus 2007-2016.



**Joonis 7.** Kimalaste arvukus sõltuvalt õisikute tihedusest aastatel 2007-2016.

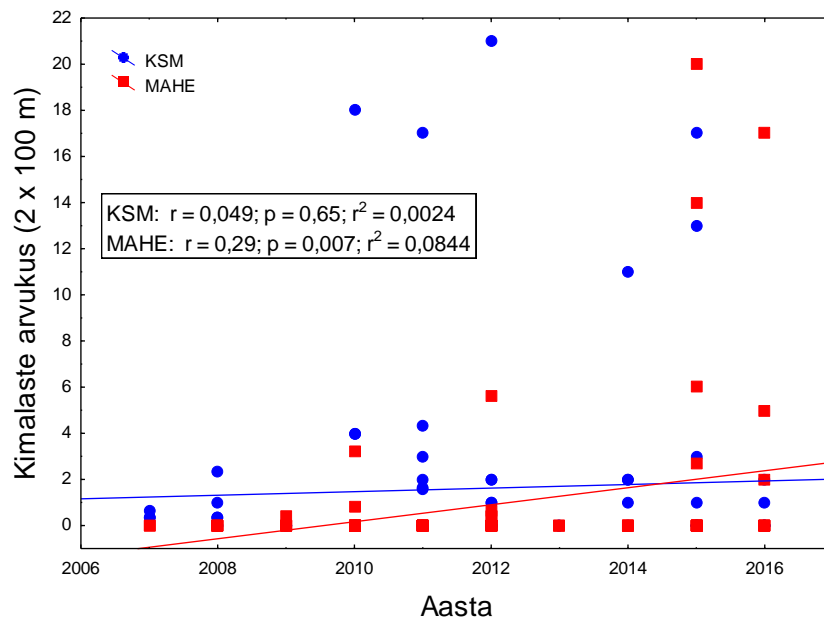


**Joonis 8.** Kimalaste liikide arv punase ristiku põldudel sõltuvalt õisikute tihedusest 2007-2016.

### 3.5. Tootmistüübi mõju kimalaste liigirikkusele ja arvukusele

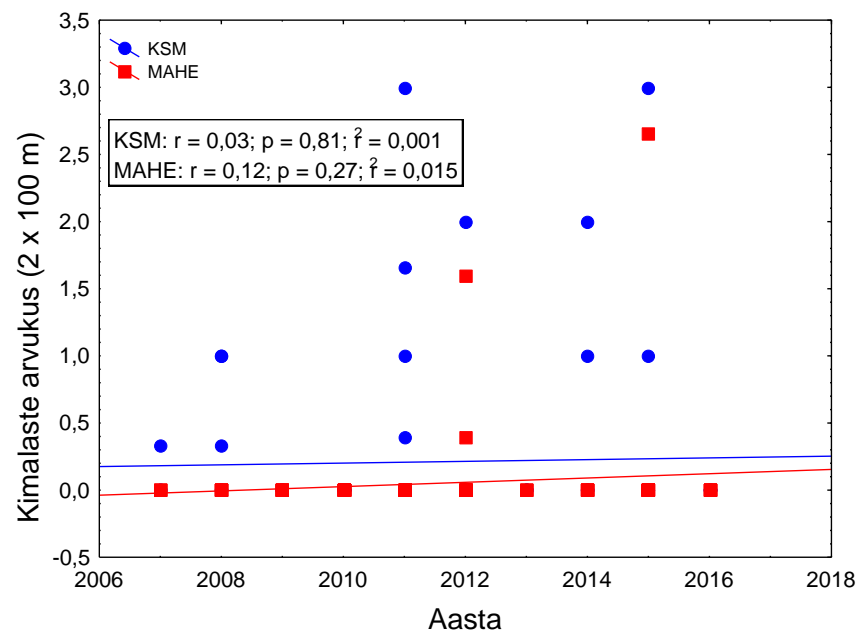
#### 3.5.1. Pikasuiselised ja ohustatud kimalased mahe- ning keskkonnasõbraliku majandamisega aladel.

Kümne vaatlusaasta jooksul on mahetootmisega aladel pikasuiseliste kimalaste (*B. hortorum*, *B. distinguendus*, *B. subterraneus*) (tabel 1) arvukus oluliselt tõusnud (joonis 9). Samas keskkonnasõbraliku majandamisega aladel pikasuiseliste arvukuses statistiliselt olulist tõusu ei leitud.



**Joonis 9.** Pikasuiseliste liikide (*B. hortorum*, *B. distinguendus*, *B. subterraneus*) arvukus sõltuvalt tootmistüübist ajavahemikus 2007-2016.

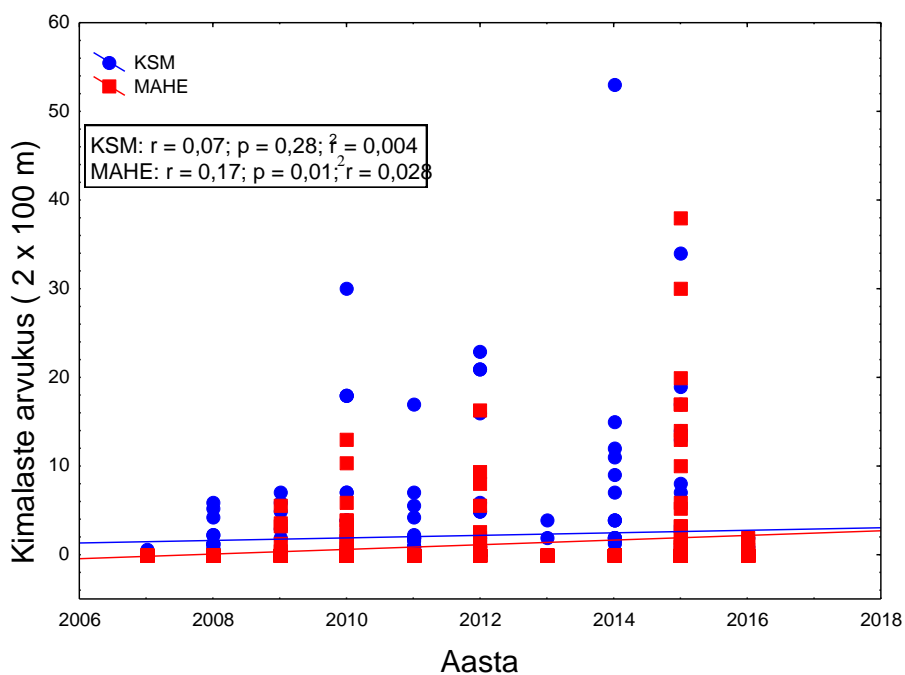
Ohustatud liikide (*B. confusus*, *B. muscorum*, *B. distinguendus*) arvukus ei muutunud statistiliselt oluliselt uuritud perioodi jooksul ei mahe- ega ka keskkonnasõbraliku majandamisega aladel (joonis 10).



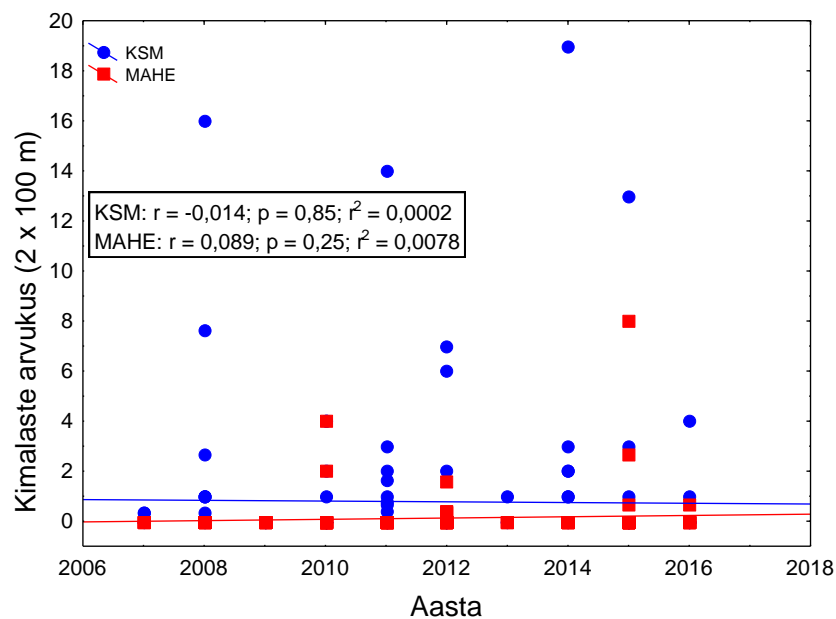
**Joonis 10.** Ohustatud liikide (*B. confusus*, *B. muscorum*, *B. distinguendus*) arvukus sõltuvalt tootmistüübist ajavahemikus 2007-2016.

### 3.5.2. Erineva elupaiga kimalased mahe- ning keskkonnasõbraliku majandamisega aladel

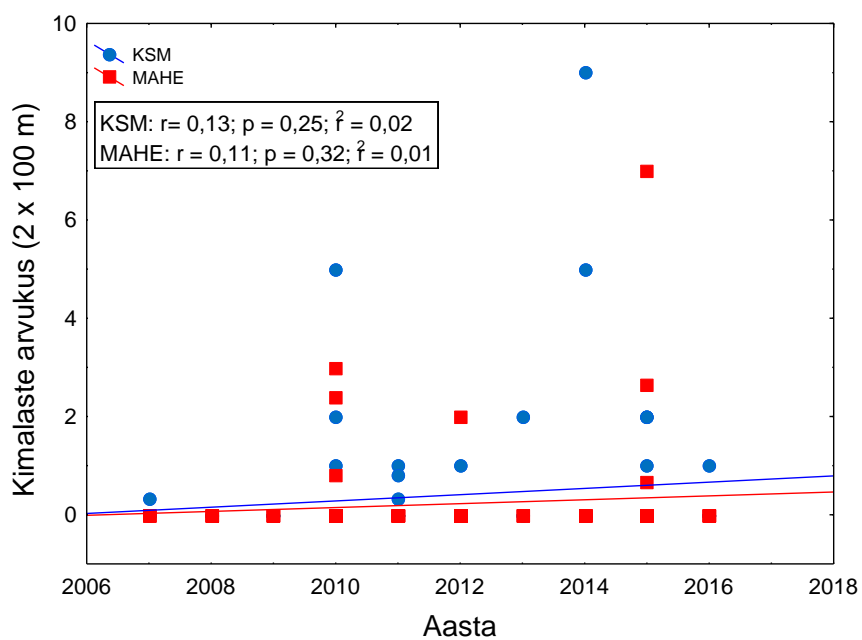
Avamaa liikide arvukus on seireperioodi jooksul statistiliselt oluliselt tõusnud mahepõllumajandusliku tootmisega aladel (joonis 11). Keskkonnasõbraliku majandamisega aladel avamaa kimalaste arvukuses olulist muutust pole. Samuti ei leitud olulist muutust metsaliikide (joonis 12) ega ka generalistide (nii metsa kui ka avamaa kimalased) (joonis 13) arvukuses kümne-aastase perioodi jooksul ei mahe- ega keskkonnasõbraliku majandamisega aladel.



**Joonis 11.** Avamaa kimalaste (vt. tabel 1) arvukus sõltuvalt tootmistüübist ajavahemikus 2007-2016.



**Joonis 12.** Metsaliikide (vt. tabel 1) arvukus sõltuvalt tootmistüübist ajavahemikus 2007-2016.



**Joonis 13.** Generalistidest kimalaste (vt. tabel 1) arvukus sõltuvalt tootmistüübist ajavahemikus 2007-2016.



## 4. ARUTELU

Kahe seireperioodi (1955-1967 ja 2007-2016) uuringute tulemusena leiti, et varasemale 15-le kimalaste liikidele on lisandunud kolm uut liiki *B. terrestris*, *B. schrencki*, *B. semenoviellus*. Kõik kolm liiki on lühi- või keskmisesuiselised. Eriti kiiresti on kasvanud liigi *B. terrestris* arvukus, kes esmakordselt registreeriti Kagu-Eestis kuuekümnendate aastate lõpus (J. Luig suulised andmed). Selle liigi töölised eelistavad avatud korjealasid, külastavad paljusid erinevaid taimi ja nende korjelendude ulatus on suurim võrreldes teiste liikidega (Dramstad, Fry 1995; Diaz-Forero 2011). *B. schrencki* registreeriti esmakordselt Eestis 1981. aastal Soome entomoloogi A. Pekkarinen'i poolt. *B. semenoviellus* registreeriti peale 2000. aastat (M. Mänd suulised andmed). Mõlemad liigid on väikse perega, kuid *B. schrencki* eelistatum elupaik on mets, *B. semenoviellus* eelistab avatud alasid. Need muutused on ilmselt vähemalt osaliselt tingitud kliima muutustest.

Võrreldes kahte seireperioodi (1955-1967 ja 2007-2016) ilmnes, et pikasuiseliste liikide *B. hortorum* ja *B. distinguendus* osakaal punase ristiku põldudel on oluliselt langenud. Lisaks eelpool toodud liikidele on langenud ka teiste punast ristikut tolmeldavate liikide *B. veteranus* ja *B. ruderarius* osakaal. Pikasuiselise liigi *B. subterraneus* osakaal punase ristiku põldudel on küll väike, kuid siiski on see püsinud läbi kahe seireperioodi muutumatuna.

Pikasuiselised kimalased on eriti tähtsad tolmeldajad, kuna nad suudavad tolmeldada ka pika õieputkega õisi nagu ristikud ja põlduba (Mänd *et al.* 2004). Samas on nad suhteliselt kitsa toiduvalikuga liigid, olles seeläbi eriti ohustatud kimalaste rühm (Hagen *et al.* 2011; Potts *et al.* 2016). Pikasuiseliste kimalaste arvukust ja levikut mõjutavaks oluliseks teguriks on neile sobivate toidutaimede piiratud hulk põllumajandusmaastikus. Seda on peetud ka üheks põhjuseks, miks intensiivse põllumajandusega piirkondadest Lääne-Euroopas on kadunud pikasuiselised liigid (Potts *et al.* 2016).

Punase ristiku kasvatamine oli tavaline, aga enne 1950-d hakkas selle kasutamine muutuma harvaks nii Taanis kui ka teistes Põhja-Euroopa riikides. Eestis oli veel 1967.

aastal punase ristiku puhas- ja segukülvide pindala 170200 ha, s.o. 23 % põllupinnast (Kotkas 1968). Liblikõieliste, sh ristikute tähtsus Eestis vähenes oluliselt kaheksakümnenendatel aastatel. Uuesti tuli punane ristik laiemalt kasutusele 2004. aastal kui mahepõllumajanduse ja keskkonnasõbraliku majadamise toetus võeti riiklikul tasandil vastu (MAK 2004-2006). Sellega kaasnesid külvikordade taastamine ja liblikõieliste kasvatamise nõuded. Tänapäeval on punane ristik tähtis kultuur mahepõllumajanduses tänu oma kõrgele resistentsusele putukate vastu ja võimele kasvada toitainete vaestes muldades (Wermuth, Dupont 2010).

Erinevalt pikasuiselistest kimalastest on lühi- ja keskmisesuiseliste kimalaste arvukus (*B. lucorum*, *B. lapidarius*, *B. sylvarum*, *B. soroeensis*, *B. muscorum*) võrreldes ajavahemikuga 1955-1967 tõusnud. Kuna lühi- ja keskmisesuiselistel kimalastel on kõige mitmekesisem toidutaimede valik, on nad seetõttu ka kõige arvukamad liigid nii agroökosüsteemides kui ka looduskooslustes (Mänd *et al.* 2004). Sageli on nende hulgas suure- ja keskmise perega liigid, kelle korjeterritoorium on suurem kui 2000 m, samas kui väikestel peredel ulatub korjelendude raadius vaid 500 m pesast (Westphal *et al.* 2006). Arvukamate töölistega pered on rohkem liikuvad ja otsivad toiduressursse suurema raadiusega aladelt ja on seetõttu vähem mõjutatavad kohalikest tingimustest (Marja *et al.* 2014).

Tolmeldajate arvukus on vähenenud kogu maailmas 20. sajandi viimase 50 aasta jooksul (Potts *et al.* 2016; Marja *et al.* 2018). IUCN-i aruandele põhinedes on Euroopas 46 % kimalase liikide populatsioone vähenenud (Nieto *et al.* 2014). On leitud üksmeel selles, et maakasutuse muutused on peamine põhjus, miks hiljuti on langenud paljude tolmeldajate populatsioonid Euroopas (Kallioniemi *et al.* 2017). Üleminekuga Euroopa Liitu hakati ka Eestis põllumajandustootjatele jagama põllumajandustoetusi, millega kaasnesid meetmed, et tagada jätkusuutlik põllumajandus. Alustati ka kimalaste seiret erineva tootmistüübiga aladel selgitamaks kavandatud meetmete efektiivsust.

Ajavahemikul 2006-2017 tehtud kimalaste seire näitas, et kümne aastase perioodi jooksul on üldine kimalaste arvukus mahepõllumajandusliku ja keskkonnasõbraliku majandamisega aladel küll veidi tõusnud, ent ei erine omavahel veel oluliselt. Siiski selgus, et mahetootmise (MAHE) tulemusena on pikasuiseliste kimalaste arvukus hakanud 2007-2016 aastate jooksul oluliselt suurenema, kuid keskkonnasõbraliku majandamisega (KSM) aladel püsib kimalaste arvukus samal tasemel. See tähendab, et mahetootmine suurendab

igati pikasuiseliste kimalaste arvukust kuigi ka keskkonnasõbralik majandamine aitab neil säiluda.

Tõenäoliselt on kimalaste jaoks kõige kasulikum põllumajanduskeskkonna meetmete nõue kasvatada liblikõielisi või liblikõieliste ja rohttaimede segusid 20 %-l põllumajanduslikust maast (Marja *et al.* 2014; MAK 2014). Kimalastele sobivad paremini mahepõllumajandusliku tootmise tingimused, kuna nendel aladel ei kasutata pestitsiide, erinevalt keskkonnasõbraliku majandamisega aladest. Lisaks on metsaalad väga olulised, isegi nende liikide jaoks, kes eelistavad avatuid alasid, sest metsaalad ja -servad pakuvad sobivaid elupaiku nii talve üle elamiseks, toitumiseks, kui ka pesitsemiseks (Diaz-Forero *et al.* 2011).

Viimase kümne aasta jooksul on oluliselt suurenenud avamaa liikide arvukus. Samas generalistide-, metsa-, ohustatud-, lühi- ja keskmisesuiseliste liikide puhul olulist erinevust ei esinenud. On selgunud, et mitmete kimalaste liikide, näiteks *B. terrestris*, *B. veteranus*, *B. lapidarius* ja *B. ruderarius* arvukust vähendab metsaalade osakaalu suurenemine maastikus (Goulson *et al.* 2005). Need liigid eelistavad avatuid alasid. Hagen *et al.* (2011) leidis, et mõned kimalaste liigid on võimelised lendama pikki vahemaid ja kasutama suuri korjealasid. Näiteks *B. terrestris* võib lennata korjele maksimum 2,5 km kaugusele. Ilmselt need liigid eelistavad avatuid elupaiku, kuna siis puuduvad neil barjäärid pikamaa lendude sooritamiseks. Üldiselt leidub avatud alasid eelistavaid liike rohkem, kuna põllumaastikel on massiliselt õitsevad suured õistaimede rikkad alad. Metsas ja metsäärsetel aladel on kimalaste jaoks sobilike õistaimede hulk piiratud, kuna sealsed looduslikud taimed õitsevad suures osas ainult kevadel (mustikad, pohlad, vaarikad) ja kuivades metsades ka augustis (kanarbik).

Kimalaste arvukust mõjutas oluliselt põllumajanduskeskkonnas olev toiduressurss. Nii näitasid seire tulemused, et kimalaste arvukus oli kõrgem just õisikute rohkel alal. Eriti on tundlikud kohalikele keskkonna- ja põllumajandus tingimuste suhtes väiksemate peredega kimalased, kuna neil on väiksem lennuraadius ja seega ka korjemaa suurus. Seega, kui keskkond pakub kimalastele rikkalikku toitu, siis tagatakse ka põllumajandusmaastikes kimalaste arvukuse säilimine või isegi kasv.

## KOKKUVÕTE

Kimalased aitavad kaasa looduslike taimede ja põllukultuuride tolmeldamisele, toetades seeläbi taimede bioloogilist mitmekesisust ning toidu tootmist. Kuid intensiivne põllumajandus on põhjustanud märkimisväärsed kadusid elustiku bioloogilises mitmekesisuses, mis on põhjustanud tolmeldajate arvukuse vähenemist, eriti pikasuistelist kimalaste puhul. Olukorra parandamiseks hakati hilistel 1980-ten Euroopa Liidu riikides tutvustama keskkonnasõbraliku majandamise kavasid (KSM) kui lahendust, et vähendada põllumajanduse intensiivistumise negatiivseid mõjusid. On tõendeid, et keskkonnasõbraliku majandamise meetmed on kimalaste arvukusele positiivset mõju avaldanud.

Käesoleva töö eesmärk on selgitada kimalaste arvukuse ja liigirikkuse muutused punasel ristikul (*Trifolium pratense* L.) erinevates tootmistüüpides (mahe- ja keskkonnasõbralik majandamine). Kimalaste seire andmed (2007-2016. a.) võeti PMK andmebaasist ja võrreldi neid 1955-1967 aasta andmetega, mis pärinesid Heiti Kotkase 1968 aastal valminud doktoritööst „Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelniitmised ja tolmeldajad“. Veel (1) selgitatakse muutused kimalaste proportsionaalses jaotuses punase ristiku põldudel kahel seireperioodil 1955-1967 ja 2007-2016; (2) uuritakse, kuidas on mahe- (MAHE) ja keskkonnasõbralik majandamine (KSM) mõjutanud kimalaste arvukust ja liigirikkust ajavahemikus 2007-2016 ning (3) kuidas on muutunud pikasuistelist kimalaste arvukus erinevate tootmistüüpidega (MAHE ja KSM) taludes?

Kahe loendusperioodi seire andmeid (1955-1967 ja 2007-2016) võrreldes selgus, et punase ristiku põldude tolmeldajate hulka on lisandunud aastatel 2007-2016 kolm uut liiki. Oluliselt on vähenenud punast ristikut tolmeldavate pikasuistelist *B. hortorum* ja *B. distinguendus* ning tõusnud on lühi- ja keskmisesuistelist kimalaste liikide osakaal. Samas pikasuiselise liigi *B. subterraneus* osakaal polnud muutunud võrreldes 50 aastat tagasi tehtud uuringuga. Erinevalt pikasuistelistest kimalastest on lühi- ja keskmisesuistelist kimalaste arvukus võrreldes 1955-1967 aastatega tõusnud.

Ajavahemikul 2006-2017 tehtud kimalaste seire näitas, et kümne aastase perioodi jooksul on üldine kimalaste arvukus ja liigirikkus mahepõllumajandusliku tootmise ja keskkonnasõbraliku majandamisega aladel on küll veidi tõusnud, ent ei erine omavahel veel oluliselt. Mahetalude punase ristiku põldudel kohati keskmiselt 7 (2 x 100 m transektil) ja keskkonnasõbraliku majandamisega taludes 8 liiki kimalasi. Keskmise kimalaste arvukus oli mahetaludes 41 isendit ja keskkonnasõbralikes taludes 46 isendit

Pikasuiseliste kimalaste andmete analüüsis selgus, et mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) tulemusena on pikasuiseliste kimalaste arvukus 2007-2016 perioodi jooksul oluliselt suurenenud ning keskkonnasõbraliku majandamisega (KSM) aladel püsib pikasuiseliste kimalaste arvukus samal tasemel. See näitab, et mahetootmine soodustab tõhusalt pikasuiseliste kimalaste arvukust kuigi ka keskkonnasõbralik majandamine aitab neil säiluda.

Lõputöö uurimisküsimustele leiti vastused. Uurimuse (2007-2016) põhjal võib väita, et kimalaste arvukust mõjutab oluliselt põllumajanduskeskkonnas olev toiduressurss ka seire tulemused näitasid, et kimalaste arvukus oli kõrgem just õisikute rohkel alal. See näitab, et kui keskkond pakub kimalastele rikkalikku toitu siis kasvab ka kimalaste arvukus. Pikasuiseliste kimalaste arvukus tõuseb mahepõllumajandusliku tootmisega aladel ning pikasuiseliste kimalaste arvukus säilib keskkonnasõbraliku majandamise korral. Seega võib järeldada, et Euroopa Liidu poolt ellu kutsutud põllumajanduskeskkonna meetmed on õigustatud.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Alanen, E-L., Hyvönen, T., Lindgren, S., Härmä, O., Kuussaari, M.** (2011). Differential responses of bumblebees and diurnal Lepidoptera to vegetation succession in long-term set-aside. –*Journal of Applied Ecology*. Vol. 48, pp. 1251-1259.
- Alanen, E-L.** (2008). Habitats and food plants of bumblebee queens in an agricultural landscape. Finland. University of Helsinki. Vol. 19, pp. 59-65.
- Anagnostopoulos, I. T.** (2009). New Balkan records of *Bombus subterraneus* (Linnaeus 1758) and *Bombus cryptarum* (Fabricius 1775) from Greece. –*Entomologia Hellenica*. Vol. 18, pp. 56-61.
- Bender, A.** (1999). Polüploidiseerimise mõju punase ristiku õite mõõtmetele, tolmeldava entomofauna liigilisele koosseisule ja arvukusele. –*Agraarteadus*, Nr 1, lk 9-23.
- Blüthgen, N., Klein, A.-M.** (2011). Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant–pollinator interactions. –*Basic and Applied Ecology*. Vol. 12, No. 4, pp. 282–291.
- Bommarco, R., Lundin, O., Smith, H. G., Rundlöf, M.** (2011). Drastic historic shifts in bumblebee community composition in Sweden. –*Proceedings of the Royal Society B*. Vol. 279, No. 1727, pp. 309–315.
- Cameron, S. A., Lozier, J. D., Strange, J. P., Koch, J. B., Cordes, N., Solter, L. F., Griswold, T. L.** (2011). Patterns of widespread decline in north american bumble bees. –*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 108, No. 2, pp. 662-667.
- Carvell, C., Roy, D. B., Smart, S., Pywell, R. F., Preston, C. D., Goulson, D.** (2006). Declines in forage availability for bumblebees at a national scale. –*Biological Conservation*. Vol. 132, No. 4, pp. 481-489.
- Corbet, S. A., Williams, I. H., Osborne, J. L.** (1991). Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. –*Bee world*. Vol. 72, No. 2, pp. 47-59.
- Diaz-Forero, I., Kuusemets, V., Mänd, M., Liivamägi, A., Kaart, T., Luig, J.** (2011). Effects of Forest Habitats on the Local Abundance of Bumblebee Species: a Landscape-scale Study. –*Baltic Forestry*. Vol. 17, No. 2, pp. 235-242.
- Dornhaus, A., Chittka, L.** (2001). Food alert in bumblebees (*Bombus terrestris*): possible mechanisms and evolutionary implications. –*Behavioural Ecology and Sociobiology*. Vol. 50, No. 6, pp. 570-5767.
- Dornhaus, A., Chittka, L.** (2005). Bumble bees (*Bombus terrestris*) store both food and information in honeypots. –*Behavioural Ecology*. Vol. 16, No. 3, pp. 661-666.

- Dramstad, W., Fry, G.** (1995). Foraging activity of bumblebees (*Bombus*) in relation to flower resources on arable land. –*Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 53, No. 2, pp. 123-135.
- Eesti maaelu arengukava 2004-2006 põllumajandusliku keskkonnatoetuse järelhindamisearuanne. (2005). Saku: Põllumajandusuuringute keskus. [http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/MAK\\_2004-2006\\_jarelhindamine.pdf](http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/MAK_2004-2006_jarelhindamine.pdf) (08.05.2018).
- Eesti maaelu arengukava 2007-2013. (2006). Eesti: Maaeluministeerium. <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/mak-2007/mak-2007-2013-taistekst-2015.pdf> (08.05.2018).
- Eesti maaelu arengukava 2014-2020. (2014). Eesti: Maaeluministeerium. <https://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020> (08.05.2018).
- ELi bioloogilise mitmekesisuse strateegia aastani 2020. (2011). Euroopa Komisjon. [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity\\_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet\\_ET.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_ET.pdf) (08.05.2018).
- Eur-Lex.** (2007). Council Regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on Organic Production and Labelling of Organic Products and Repealing Regulation (EEC). No. 2092/91. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007R0834> (17.05.2018).
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F., Crist, T., O., Fuller, R., J., Sirami, C., Siriwardena, G., M, Martin, J-L.** (2010). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. –*Wiley Online Library*. Vol. 14, No. 2, pp. 101-112.
- Free, J. B.** (1955). Queen production in colonies of bumblebees. –*Wiley Online Library*. Vol. 30, No. 1-3, pp. 19-25.
- Free, J. B., Butler, R. F.** (1959). Bumblebees. London: Collins Press. 208 pp.
- Foulis E. S. J., Goulson D.** (2014). Commercial bumble bees on soft fruit farms collect pollen mainly from wildflowers rather than the target crop. –*Journal of Apicultural Research*. Vol. 53, No. 3, pp. 404-407.
- Fussel, M., Corbet, S., A.** (1992). Flower usage by bumblebees: a basis for forage plant management. –*Journal of Applied Ecology*. Vol. 29, No.2, pp. 451-465.
- Goulson, D., Hanley, M. E., Darvill, B., Ellis, J. S., Knight, M. E.** (2005). Causes of rarity in bumblebees. –*Biological Conservation*. Vol. 122, No. 1, pp. 1-8.
- Goulson, D.** (2009). Conservation of bumblebees. –*The Glasgow Naturalist*. Vol. 25, pp. 31-34.
- Goulson, D.** (2010). Bumblebees: Behaviour, Ecology, and Conservation. Second Edition, Oxford University Press, New York, Hardback, 317 pp.

- Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C. & Rotheray, E.** (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. –*Science*. Vol. 347, No. 6229, pp. 1435–1443.
- Gumbert, A.** (2000). Color choices by bumble bees (*Bombus terrestris*): innate preference and generalization after learning. –*Behavioral Ecology Sociobiology*. Vol. 48, No. 1, pp. 36-43.
- Hanley, M. E., Wilkins, J. P.** (2015). On the verge? Preferential use of road-facing hedgerow margins by bumblebees in agro-ecosystems. –*Journal of Insect Conservation*. Vol. 19, No 1, pp. 67-74.
- Happe, A-K., Riesch, F., Rösch, V., Galle, R., Tscharnkte, T., Batary, P.** (2018). Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. –*Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 254, pp. 92-98.
- Hatfield, R., Black, S., H., Madel, E., Shepherd, M.** (2012). Conserving Bumblebees. Guidelines for Creating and Managing Habitat for America`s Declining Pollinators. –*The Xerces Society for Invertebrate Conservation*. 32 pp.
- Hempel de Ibarra, N., Vorobyev, M., Menzel, R.** (2014). Mechanisms, functions and ecology of colour vision in the honeybee. –*Journal of Comparative Physiology A*. Vol. 200, No. 6, pp. 411-433.
- Kallioniemi, E., Aström, J., Rusch, G. M., Dahle, S., Aström, S., Gjershaug, J. O.** (2017). Local resources, linear elements and mass-flowering crops determine bumblebee occurrences in moderately intensified farmlands. –*Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 239, No 15, pp. 90-100.
- Karise, R., Mänd, M., Ivask, M., Koskor, E., Bender, A.** (2006). The effect of pollen amount and its caloric value in hybrid lucerne (*Medicago x varia*) on its attractiveness to bumble bees (*Bombus terrestris*). –*Agronomy research*. No. 4, pp. 211-216.
- Keskkonnasõbraliku majandamise toetuse saamise nõuded, toetuse taotlemise ja taotluse menetlemise täpsem kord. (vastu võetud 21.04.2010, viimati jõustunud 01.05.2010). –*Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116032012005> (08.05.2018).
- Kells, A., R., Goulson, D.** (2003). Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK. –*Biological Conservation*. Vol. 109, No. 2 pp. 165-174.
- Klein, A.-M., Vaissiere, B., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tscharnkte, T.** (2007). Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. –*The Royal Society Publishing*. Vol. 274, pp. 303–313.
- Kotkas, H.** (1968). Punase ristiku seemnepõllu külviviisid, eelniitmised ja tolmeldajad. Dissertatsioon. Jõgeva sordiaretusjaam: Eesti NSV põllumajanduse ministeerium. Lk 1-186.
- Kuussaari, M., Hyvönen, T., Härmä, O.** (2011). Pollinator insects benefit from rotational fallows. –*Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 143, No. 1, pp. 28–36.



- Liigikaitse kohustused Euroopa Liidu liikmena (2018). Keskkonnaministeerium [veebileht] <https://www.envir.ee/et/liigikaitse-kohustused-euroopa-liidu-liikmena> (09.05.2018).
- Mahepõllumajanduse seadus. (vastu võetud 20.09.2006, jõustunud 01.01.2007). –*Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/107062013008> (08.05.2018).
- MAK keskkonnaga seotud toetuste bioloogilise mitmekesisuse hindamise raames 2009.- 2016. a teostatud kimalasekoosluste seire kokkuvõte. (2016). Tartu: Põllumajandusuuringute Keskus, Põllumajanduskeskkonna seire büroo. [http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2017/04/Kimalased\\_2016.pdf](http://pmk.agri.ee/mak/wp-content/uploads/sites/2/2017/04/Kimalased_2016.pdf) (08.05.2018).
- Malfi, R. L., Roulston, T. H.** (2014). Patterns of parasite infection in bumble bees (*Bombus spp.*) of Northern Virginia. –*Ecological Entomology*. Vol. 39, No. 1, pp. 17-29.
- Marja, R., Viik, E., Mänd, M., Philips, J., Klein, A-M., Batary, P.** (2018). Crop rotation and agri-environment schemes determine bumblebee communities via flower resources. –*Journal of Applied Ecology*. Vol 0, No. 0.
- Marja, R., Herzon, I., Viik, E., Elts, J., Mänd, M., Tscharntke, T., Batary, P.** (2014). Environmentally friendly management as an intermediate strategy between organic and conventional agriculture to support biodiversity. –*Biological Conservation*. Vol. 178, pp. 146-154.
- Martin, A-J., Mänd, M.** (1995). Putuktolmlemine aias, põllul ja metsas. (I osa). –*Aiatark* 95. Tallinn: Eesti Aiandusliit, lk 80-83.
- Martin, A-J., Mänd, M.** (1997). Kuidas meelitada tolmeldajaid tagasi meie aedadesse ja põldudele. (II osa). –*Aiatark* 97. Tallinn: Eesti Aiandusliit, lk. 65-71.
- Menzel, R., Shimida, A.** (1993). The ecology of flower colours and the natural color vision of insect pollinators: the Israeli flora as a study case. –*Wiley Online Library*. Vol. 68, pp. 81-120.
- Mänd, M., Martin, A-J., Viiralt, R., Geherman, V., Karise, R., Koskor, E.** (2004). Kimalaste toiduressursid ökoloogilise ja konventsionaalse maaviljelusega taludes Eestis. Agraarteadus: Journal of Agricultural Science: Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Vol 15, No. 1, pp. 28–37.
- Mänd, M., Martin, A-J., Paimetova, V.** (2000). Bumblebees as pollinators in agricultural landscapes in Estonia. Transactions of the Estonian Agricultural University. –*Proceedings on International Conference Development of Friendly Plant Protection in the Baltic Region*. Vol. 209, pp. 124-127.
- Mänd, M., Mänd, R., Williams, I. H.** (2002). Bumblebees in the agricultural landscape of Estonia. –*Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 89, No. 1-2, pp. 69-76.
- Viik, E., Mänd, M.** (2012) Eesti kimalased. Põllumajandusuuringute Keskus.
- Nieto, A., Roberts, S. P. M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., García Criado, M., Biesmeijer, J. C., Bogusch, P., Dathe, H. H., De la Rúa, P., De Meulemeester, T., Dehon,**

- M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F. J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S. G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V. G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozii, B., Window, J., Michez, D.** (2014). European Red List of bees. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- OECD.** (2018). Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in Estonia, –*OECD Food and Agricultural Reviews*. Paris: OECD Publishing.
- Ogilvie, J. E., Griffin, S. R., Gezon, Z. J., Inouye, B. D., Underwood, N., Inouye, D. W., Irwin, R. E.** (2017). Interannual bumble bee abundance is driven by indirect climate effects on floral resource phenology. –*Wiley Online Library*. Ecology letters. Vol. 20, No. 12, pp. 1507-1515.
- Otsetoetuste saamise üldised nõuded, ühtne pindalatoetus, kliima- ja keskkonnatoetus ning noore põllumajandustootja toetus. (vastu võetud 17.04.2015, viimati jõustunud 25.04.2015). –*Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/125042017014> (20.04.2018).
- Owen, E. L., Bale, J. S., Hayward, S. A.** (2016). Establishment risk of the commercially imported bumblebee *Bombus terrestris dalmatinus*-can they survive UK winters? –*Apidologie*. Vol. 47, pp. 66-75.
- Palts, E., Vetemaa, A.** (2012). Mahepõllumajanduse nõuete selgitus tootjale 2013. Põllumajandusministeerium. AS Pajo. 68 lk.
- Peepson, A., Karjaste, M., Mikk, M.** (2017). Nõuetele vastavus ja rohestamine. As Ecoprint. Lk 36-37.
- Pekkarinen, A.** (1979). Morphometric, colour and enzyme variation in bumblebees (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) in Fennoscandia and Denmark. –*Acta Zooloogica Fennica*. No. 158, pp. 1-60.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W. E.** (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. –*Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 25, pp. 345-353.
- Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Vanbergen, A. J.** (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. –*Nature*. Vol. 540, pp. 220–229.
- Prys-Jones, O. E., Corbet, S. A.** (1991). Bumblebees. Naturalists Handbooks 6. Richmond, Slough, UK.
- Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet.** (2006). Ühtne pindalatoetus ja täiendavad otsetoetused. Lk 1-66.
- Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet.** (2010). Ühtne pindalatoetus, põllumajanduskultuuri ja heinaseemne täiendav otsetoetus 2010. [veebileht] [http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/uhtne\\_pindalatoetus\\_pollumajandusku\\_ltuuri\\_ja\\_heinaseemne\\_taiendav\\_otsetoetus\\_2010/](http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/uhtne_pindalatoetus_pollumajandusku_ltuuri_ja_heinaseemne_taiendav_otsetoetus_2010/) (08.05.2018).

- Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet.** (2015a). Mahepõllumajandusliku tootmise toetus (MAK 2007-2013 meede 2.3.2). [veebileht] [http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/mah\\_vana\\_2015/](http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/mah_vana_2015/) (08.05.2018).
- Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet.** (2015b). Mahepõllumajandusliku tootmise toetus 2015–2020. [veebileht] <http://www.pria.ee/docs/resources/8264.pdf> (08.05.2018).
- Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet.** (2015c). Kliimat ja keskkonda säästvate põllumajandustavade toetus ehk kliima- ja keskkonnatoetus 2016. [veebileht] [http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/uhtne\\_pindalatoetus\\_ning\\_kliimat\\_ja\\_keskkonda\\_saastvate\\_pollumajandustavade\\_toetus\\_2017/](http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/uhtne_pindalatoetus_ning_kliimat_ja_keskkonda_saastvate_pollumajandustavade_toetus_2017/) (09.05.2018).
- Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet.** (2016). Mahepõllumajandusele ülemineku toetus ja mahepõllumajandusega jätkamise toetus. (MAK 2014-2020 meede 11). [veebileht] [http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/mahe\\_toetus\\_uus\\_2016/](http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/mahe_toetus_uus_2016/) (08.05.2018).
- Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet.** (2017). Keskkonnasõbraliku majandamise toetus (MAK 2014-2020 meede 10.1.1). [veebileht] <http://www.pria.ee/et/toetused/valdkond/taimekasvatus/ksm2017/> (08.05.2018).
- Raimets, R., Karise, R., Mänd, M., Kaart, T., Ponting, S., Song, J. M. Cresswell, J. E.** (2018). Synergistic interactions between a variety of insecticides and an ergosterol biosynthesis inhibitor fungicide in dietary exposures of bumble bees (*Bombus terrestris* L.). –*Pest management science*. Vol. 74, No. 3, pp. 541-546.
- Rao, S., Stephen, W. P.** (2009) Bumble Bee Pollinators in Red Clover Seed Production. –*Crop Science Society of America*. Vol. 49, pp. 2207–2214.
- Rasmont, P., Iserbyt, S.** (2012). The Bumblebees Scarcity Syndrome: Are heat waves leading to local extinctions of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*)? –*Ann. Soc. Entomol.* Vol. 48, No. 3-4, pp. 275-280.
- Rundlöf, M., Persson, A. S., Smith, H. G., Bommarco, R.** (2014). Late-season mass-flowering red clover increases bumble bee queen and male densities. –*Biological Conservation*. Vol. 172, pp. 138-145.
- Sanchez-Bayo, F., Goka, K.** (2014). Pesticide Residues and Bees - A Risk Assessment. Pesticide Residues and Bees - A Risk Assessment. –*PLoS ONE*. Vol. 9, No. 4.
- Sherry, D., F., Strang, C., G.** (2015). Contrasting styles in cognition and behaviour in bumblebees and honeybees. –*Behavioural Processes*. Vol. 117, pp. 59-69.
- Szabo, T. I., Najda, H. G.** (1985). Flowering, nectar secretion and pollen production of some legumes in the Peace River Region of Alberta. –*Journal of Apicultural Research*. Vol. 24, No. 2, pp. 102-106.
- Teräs, I.** (1985). Food plants and flower visits of bumblebees (*Bombus*: Hymenoptera, Apidae) in southern Finland. –*Acta Zoologica Fennica*. Finnish Zoological Publishing Board. No. 179, pp. 1-120.

- U.S. Fish & Wildlife Service.** (2017). Fact sheet: Rusty patched bumble bee (*Bombus affinis*). – U.S. Fish & Wildlife Service. [veebileht] <https://www.fws.gov/midwest/endangered/insects/rpbb/factsheetrpbb.html#> (08.05.2018).
- Vetemaa, A., Mikk, M.** (2016). Mahepõllumajandus Eestis 2015. Maaeluministeerium. Tallinn: AS Ecoprint. 60 lk.
- Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T.** (2003). Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. – *Wiley Online Library*. Vol. 6, No.11, pp. 961–965.
- Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T.** (2006). Bumblebees experience landscapes at different spatial scales: possible implications for coexistence. – *Oecologia*. Vol.149, No. 2, pp. 289-300.
- Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L., Goulson, D.** (2012). Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. – *Science*. Vol. 336, pp. 351-352.
- Wolf, S., Moritz, R. F. A.** (2008). Foraging distance in *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae). – *Apidologia*. Vol. 39, No 4, pp. 419–427.
- Wermuth, K. H., Dupont, Y. L.** (2010). Effects of field characteristics on abundance of bumblebees (*Bombus spp.*) and seed yield in red clover fields. – *Apidologia*. Vol. 41, No. 2, pp. 657-666.
- Öckinger, E., Smith, H. G.** (2007). Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. – *Journal of Applied Ecology*. Vol. 44, pp. 50-59.
- Zulian, G., Maes, J., Paracchini, M. L.** (2013). Linking land cover data and crop yields for mapping and assessment of pollination services in Europe. – *Land*. Vol. 2, pp. 472-492

**Lisa 1.** Piirkond 1 e. Lõuna-Eesti. Kimalaste liigid, mille iseloomustavad tunnused põhinevad suise pikkusele, ohustatusele, pere suurusele ja peamisele elupaigatüübile (Marja *et al.* 2018)

Liigid	Suiste pikkus	Ohustatus	Pere suurus	Peamine elukoht	Kimalaste arv kokku
<i>B. ruderarius</i> (Müll.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	20
<i>B. lucorum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud	248
<i>B. sylvarum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	88
<i>B. veteranus</i> (Fabr.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	72
<i>B. distinguendus</i> Mor.	Pikad	Ohustatud	Väike	Mets	16
<i>B. hortorum</i> (L.)	Pikad	Mitte ohustatud	Keskmine	Avatud	118
<i>B. terrestris</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud	47
<i>B. lapidarius</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud	139
<i>B. pascuorum</i> (Scop.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Keskmine	Mets	108
<i>B. pratorum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets	5
<i>B. subterraneus</i> (L.)	Pikad	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	25
<i>B. schrencki</i> Mor.	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets	7
<i>B. hypnorum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Ohustatud	Suur	Generalistid	3
<i>B. soroensis</i> (Fabr.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Keskmine	Generalistid	40
<i>B. jonellus</i> (Kirby)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets	1
<i>B. muscorum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	ohustatud	Väike	Mets	6
<i>B. humilis</i> Ill.	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	6
<i>B. semenoviellus</i> Skorikov	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	1

**Lisa 2.** Piirkond 2 e. Põhja-Eesti. Kimalaste liigid, mille iseloomustavad tunnused põhinevad suise pikkusele, ohustatusele, pere suurusele ja peamisele elupaigatüübile (Marja *et al.* 2018)

Kimalaste liigid	Suiste pikkus	Ohustatus	Pere suurus	Peamine elupaik	Kimalaste arv kokku
<i>B. ruderarius</i> (Müll.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	2
<i>B. lucorum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud	38
<i>B. sylvarum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	14
<i>B. veteranus</i> (Fabr.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	1
<i>B. hortorum</i> (L.)	Pikad	Mitte ohustatud	Keskmine	Avatud	20
<i>B. terrestris</i> (L.)	Lühikesed kuni keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud	30
<i>B. lapidarius</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Suur	Avatud	19
<i>B. pascuorum</i> (Scrop.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Keskmine	Mets	8
<i>B. pratorum</i> (L.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets	1
<i>B. subterraneus</i> (L.)	Pikad	Mitte ohustatud	Väike	Avatud	14
<i>B. schrencki</i> Mor.	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Väike	Mets	7
<i>B. soroeensis</i> (Fabr.)	Lühikesed- või keskmised	Mitte ohustatud	Keskmine	Generalistid	9